19341. dr. 22

Lane Medical Library

EXPERIMENTELL-ANATOMISCHER BEITRAG

ZUR KENNTNISS DER

SECUNDÄREN DEGENERATIONEN

IM

RÜCKENMARKE.

(AUS DEM HISTOLOGISCHEN LABORATORIUM DES HERRN PROF. LŒWENTHAL IN LAUSANNE.)

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT IN BERN

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

HENRIETTE TEDING van BERKHOUT

AUS ARNHEM (HOLLAND).

VON DER MEDICINISCHEN FACULTÄT AUF ANTRAG DES HERRN PROF. LANGHANS ZUM DRUCK GENEHMIGT.

BERN, DEN 3. MAI 1893.

DER DEKAN: PROF. STRASSER.

BERN.
BUCHDRUCKEREI GEBRÜDER FISCHER.
1893.

EXPERIMENTELL-ANATOMISCHER BEITRAG

ZUR KENNTNISS DER

SECUNDÄREN DEGENERATIONEN

IM

RÜCKENMARKE.

(AUS DEM HISTOLOGISCHEN LABORATORIUM DES HERRN PROF. LŒWENTHAL IN LAUSANNE.)

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT IN BERN

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VORGELEGT VON

HENRIETTE TEDING van BERKHOUT

AUS ARNHEM (HOLLAND).

VON DER MEDICINISCHEN FACULTÄT AUF ANTRAG DES HERRN PROF. LANGHANS ZUM DRUCK GENEHMIGT.

BERN,
DEN 3. MAI 1893.

DER DEKAN:
PROF. STRASSER.

BERN
BUCHDRUCKEREI GEBR. FISCHER.
1893.

MEINEN

LIEBEN GESCHWISTERN

GEWIDMET

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153505_0048

I. Einleitung.

Wie bekannt, zerfällt der weisse Mantel des Rückenmarkes auf jeder Hälfte in 3 Stränge, welche ihrerseits aus verschiedenen Fasersystemen, die sowohl der Herkunft als dem Verlaufe nach verschieden sind, sich zusammensetzen. Die einen sind Wurzelfasern, treten bald nach nur kurzem intramedullärem Verlaufe in die graue Substanz ein, die anderen, ebenfalls Wurzelfasern — namentlich gilt diess für die hinteren Wurzeln — verlaufen eine mehr oder weniger lange Strecke weit im Hinterstrange, um sich höher oben in die graue Substanz einzusenken, oder sogar bis an die untere Grenze der Medulla oblongata heranzureichen. Noch andere Fasersysteme steigen direkt aus dem Grosshirn durch die innere Kapsel, den Fuss des Pedunculus cerebri, die Pyramiden, wo sie grösstentheils sich kreuzen, um in den Seitenstrang einzutreten; dies ist die gekreuzte Pyramiden-Seitenstrangbahn. Der kleinere Theil dieses Systemes bleibt ungekreuzt und verlauft, wie bekannt, in den Vordersträngen: die Pyramiden-Vorderstrangbahn. Noch andere Bahnen, die in den Seitensträngen verlaufen, begeben sich in das Kleinhirn: die direkten Kleinhirn-Seitenstrangbahnen; ferner finden sich noch Bahnen, die verschiedene Höhen des Markes mit einander verbinden und in den Vorderseiten-Strangresten verlaufen; endlich noch die verschiedenen Fasern der hinteren und vorderen Commissur. Und damit ist die Faserung des Rückenmarkes noch in keiner Weise erschöpft, denn

nur die Haupt- und besser erforschten Bahnen sind aufgezählt; mehrere andere, wie z. B. die Bahnen, die aus den Vorder-Seitenstrangresten in die Medulla oblongata verlaufen, deren Endigung aber noch nicht genügend erforscht ist, haben keine Erwähnung gefunden.

Wie einfach auch diese Kenntnisse uns jetzt erscheinen mögen, so waren sie doch nur nach längerem Hin- und Hersuchen und unter Anwendung von verschiedenen Untersuchungsmethoden erworben worden.

Diese Methoden lassen sich in vier Kategorien vertheilen.

I. Die anatomisch-histologische Untersuchungsmethode, die bis in die Mitte dieses Jahrhunderts allein in Gebrauch war. Eine sehr grosse Anzahl von hochverdienten Forschern hat eine Reihe von Grundthatsachen festgestellt. Wenn wir von den älteren Autoren vollständig absehen, so können wir die bekannten Werke von **Stilling, Schröder van der Kolk, Clarke, Stieda, Kölliker, Gerlach, Deiters, Meynert** [1]), u. A. hervorheben; durch die Anwendung von zweckmässigen Härtungs- und Färbungsmethoden (Chromsäure, Kaliumbichromic., Carminfärbung, u. A.) ist ein neuer Einblick in die Architektonik des Centralnervensystems gewonnen.

II. Die embryologische Untersuchungsmethode. — Diese, noch jüngeren Datums, durch die Untersuchungen von P. **Flechsig** ins Leben gerufene Methode (1876) besteht, wie bekannt, darin, dass man bei der Erforschung von verschiedenen Fasersystemen nach der Entwickelung

---

[1]) Vergl. auch die Lehrbücher von **Schwalbe**, Lehrbuch der Neurologie; **W. Krause**, Allgemeine Anatomie; **H. Obersteiner**, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane; **L. Edinger**, Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane, u. A.

der Markscheiden sich richtet, indem es sich herausgestellt hat, dass dieselbe in einer gewissen Gesetzmässigkeit und Reihenfolge zu Stande kommt. Es sind in dieser Weise wichtige Ergebnisse erworben: Die am frühesten Markscheiden erhaltenden Bahnen im Rückenmarke sind: der Grundtheil des Vorderstranges und die Wurzelzone des Hinterstranges; die Topographie des **Goll**'schen Stranges, welcher viel später myelinhaltig wird (Ende des 6ten bis Anfang des 7ten Monats) als der **Burdach**'sche Strang, konnte in der Cervical- und oberen Hälfte der Dorsalgegend viel genauer festgestellt werden; für die Kleinhirn-Seitenstrangbahn, die im 7ten Monate markhaltig wird, konnte der Verlauf in der Medulla oblongata näher präcisirt werden. In Bezug auf die Pyramidenbahn, die erst in dem letzten Fœtalmonate sich mit Mark zu umhüllen beginnt, konnte nachgewiesen werden, dass der ungekreuzte Theil zu dem gekreuzten in verschiedenem und zwar immer umgekehrtem Verhältniss stehen kann. Ferner wurde so festgestellt der Verlauf von Fasern, die aus den Hinterstrangkernen stammen, dann auf gekreuztem Wege in die Olivenzwischenschicht gelangen, um in der Haube zu verlaufen (mediale Schleife), und eine Reihe von anderen Ergebnissen; (vergleiche auch die Arbeiten von **Bechterew, Edinger** u. A.).

III. Die pathologische Untersuchungsmethode der secundären Degeneration.

Diese Methode, viel älter als die embryologische, hat in den Händen von **L. Türck** [1]) (1851—53) äusserst wichtige Befunde geliefert und zwar die Kenntniss der Pyramidenbahn, sowohl der gekreuzten als der direkten

[1]) Sitzungsber. Kais. Akad. d. Wiss. Wien Bd. VI, 1851 und Bd. XI, 1853.

und der Kleinhirn-Seitenstrangbahn (aufsteigende Seitenstrangbahn von **Türck**). Diese Untersuchungsmethode beruht auf dem, durch die Untersuchungen von **A. Waller** erworbenen Gesetz, nämlich, dass wenn eine Nervenfaser von ihrem Ernährungs-Centrum getrennt ist, der ganze, centrifugal verlaufende Stumpf zur Degeneration gebracht wird. Wenn also aus irgend welchem pathologischen Grunde (Hæmorrhagie, Compression durch einen Tumor u. s. w.) ein Fasersystem durchtrennt wird, so tritt, je nachdem das respective Ernährungs-Centrum aufwärts oder abwärts im Centralnervensystem sich befindet, bald in aufsteigender, bald in absteigender Richtung eine Degeneration ein. **Türck** hat nur ein ganz unsicheres Merkmal der Degeneration gekannt, die Anwesenheit von Körnchenzellen, und es ist wirklich zu bewundern, dass durch dieses einzige Merkmal und ohne Anwendung von Härtungs- und Färbungsmitteln — denn **Türck** hat am frischen Mark seine Untersuchungen angestellt — so wichtige Ergebnisse erworben werden konnten. Diese Untersuchungsmethode wurde später vervollkomnet, und hat weiter eine Reihe von Arbeiten befördert, wie z. B. die zahlreichen Veröffentlichungen von **Charcot** [1]), **Bouchard** [2]) und **Pitres** [3]) u. A. in Frankreich, von **Leyden** [4]), **Strümpell** [5]), **Westphal** [6]), **Schultze** [7]), **Kahler** und **Pick** [8]) und von mehreren anderen Forschern.

---

[1]) Leçons sur les localisations dans les maladies du cerveau, publiées par Bourneville.
[2]) Des dégénérat. second. de la m. épin. Archives générales de Médecine 1886.
[3]) Soc. de Biologie 1876, Progrés Médical, 1877 und Arch. de Physiol. norm. et path. 1884.
[4]) Klinik der Rückenmarkskrankheiten. T. II.
[5]) Arch. f. Psychiatrie Bd. X.
[6]) Arch. f. Psychiatrie Bd. X.
[7]) Arch. f. Psychiatrie Bd. XIV.
[8]) Arch. f. Psychiatrie Bd. X.

IV. Die experimentelle Untersuchungsmethode. Es war nur ein Schritt übrig, die unter pathologischen Bedingungen vorkommenden secundären Entartungen auf experimentellem Wege hervorzurufen. Und dennoch geschah es bedeutend später nach den Veröffentlichungen von **Türck.** Die experimentelle Methode wurde am neugeborenen und am erwachsenen Thier versucht. Am neugeborenen Thier hat **v. Gudden** gezeigt, dass die Fasersysteme zu beinahe vollständiger Atrophie, so zu sagen zum Schwund, gebracht werden können; so z. B. der Schwund der Pyramide nach Extirpation des Gyrus sigmoïdeus bei neugeborenen Katzen und Hunden; Atrophie des Nervus opticus nach Enucleation des Bulbus Oculi u. s. w. Es wurde aber auch der wichtige Befund gemacht, dass durch die Durchtrennung von Fasersystemen am neugeborenen Thier auch graue Kerne zu Atrophie gebracht werden können. Dieser Befund ist darum von hoher Wichtigkeit, weil hiedurch die Möglichkeit gegeben wird, die in Zusammenhang mit den Fasersystemen stehenden Kerne zu erkennen. Von den verschiedenen in dieser Richtung ausgeführten Arbeiten sollen nur diejenigen von **v. Gudden** [1]), **Forel** [2]), **v. Monakow** [3]), **Baginski** [4]) u. A. erwähnt werden.

Andererseits hat die experimentelle Methode auch am erwachsenen Thier Anwendung gefunden, namentlich durch die Untersuchungen von **Vulpian** [5]), **Pitres** u. **Frank** [6]), von **Schiefferdecker** [7]), **Singer** [8]), **Kahler, Langley** und

[1]) Gesammelte hinterlassene Abhandl. herausg. v. H. Grashey.
[2]) Einige hirnanatomische Betrachtungen in: Arch. f. Psychiatrie Bd. XVIII.
[3]) Arch. f. Psychiatrie Bd. XII, XX u. XXII.
[4]) Sitz.-Ber. Berliner Akademie 1890.
[5]) Arch. de Physiol. norm. et path. 1869 et 1870.
[6]) Gazette médic. de Paris 1880.
[7]) Virchow's Archiv Bd. 67.
[8]) Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien 1881.

Sherrington[9]), **Lœwenthal**[10]), **Marchi**[11]), **Singer** u. **Münzer**[12]), **France**[13]) u. A.

Obwohl, wie es soeben auseinandergesetzt worden ist, über das Thema zahlreiche und wichtige Arbeiten vorliegen, so glaubte ich dennoch, auf Anregung von Herrn Prof. N. Lœwenthal, einige experimentelle Untersuchungen behufs des Studiums der secundären Degenerationen im Rückenmark anstellen zu dürfen und zwar hauptsächlich in der Absicht, die Beobachtungen für die Erforschung des Faserverlaufes zu verwerthen. Zugleich wurde diese Gelegenheit benutzt, um die sogenannte traumatische Degeneration etwas eingehender kennen zu lernen.

---

[9]) Journal of Physiology vol. V.
[10]) Recueil zoolog. suisse T. II und Revue médic. de la Suisse romande 1885 u. 1886.
[11]) Rivista sperimentale di freniatria e di med. legale 1887.
[12]) Beiträge zur Anatomie des Centralnervensystems LVII. Bd. der Denkschriften der k. Akademie d. Wiss. Wien.
[13]) On the Desc. Degener. etc. (With Introd. by Prof. Schäfer) in: Philos. Transact. Vol. 180 B, p. 331.

II. Beschreibung der Befunde.

Es wurden im Ganzen 5 Thiere, nämlich 3 Katzen und 2 Hunde, operirt. Weil wir uns unter Anderem die Aufgabe gestellt haben, die secundäre Degeneration der **Clarke**'schen Säule zu erforschen, so haben wir vorzugsweise nach den Angaben von Professor v. **Gudden** jüngere Thiere benutzt. Die drei Katzen waren von demselben Wurfe: Die eine wurde 8, die andere 11 und die dritte 16 Tage nach der Geburt operirt. Die zwei Hunde waren zur Zeit der Operation etwa 3—4 Wochen alt. Die Rückenmarksoperationen wurden unter Aethernarcose und bei soweit wie möglich streng durchgeführter Asepsis ausgeführt. Die Thierchen haben die Operation sehr gut überstanden; schon eine kurze Zeit nach derselben haben sie auf's Neue zu säugen angefangen. 24 Stunden nach der Operation hat man die Lippen der Wunde nach hinten zu, an einer ganz kleinen Stelle, auseinandergezogen, um eine durch Blut kaum röthlich gefärbte, sonst aber rein seröse Flüssigkeit abfliessen zu lassen. 4 Tage später wurden die Nähte entfernt. Von Entzündungserscheinungen an der Wunde war nichts zu merken.

Experiment I.

Katze; 8 Tage alt; operirt am Dorsalmark den 18. April 1890 und 6 Wochen am Leben erhalten. Gleich nach dem Tode des Thieres wurde das Rückenmark herauspräparirt und constatirte man dabei, dass die Operation im Bereiche des sechsten Dorsalnerven rechts ausgeführt war. Das Rückenmark sammt der Medulla oblongata wurden in eine $2^1/_2$ procentige Lösung von doppelt chromsaurem Kalium eingebracht, die einige Male gewechselt wurde, dann in verdünntem Alkohol sorgfältig ausgewaschen und schliesslich in immer mehr concentrirtem bis zu 95% Alkohol nachgehärtet. Behufs der genauen Untersuchung der Rückenmarksverletzung wurde die betreffende Stelle

im Bereich des sechsten Dorsalnerven herausgeschnitten, in absolutem Alkohol entwässert, ferner in eine Mischung von Alkohol und Aether gebracht, dann von Celloidin durchtränkt und in eine continuirliche Schnittserie mit einem Mikrotom von Schanze zerlegt. Die Schnitte wurden theils mit Pikrocarmin, theils mit Hæmatoxylin nach **Weigert** gefärbt, nach den üblichen Methoden weiter behandelt und in Balsam eingeschlossen.

Nach der Durchmusterung der Präparate mit schwächeren und stärkeren Vergrösserungen hat sich folgendes herausgestellt: Die Læsion erstreckt sich hauptsächlich auf den hinteren und lateralen Abschnitt der rechten Rückenmarkhälfte, welche eine bedeutende Schrumpfung erlitten hat. Der Hinterstrang ist vollständig unterbrochen; vom Seitenstrange ist nur ein kleiner, an die äussersten Vorderwurzeln angrenzender Abschnit unverletzt geblieben. Was die graue Substanz anbetrifft, so ist das rechte Hinterhorn, die Uebergangsstelle zum Vorderhorn und ein grosser Theil des Vorderhornes selbst etwa bis in die Gegend einer Queraxe, die den vordern Theil der Commissura anterior trifft, zerstört. Von der **Clarke**'schen Säule insbesondere, die auf der unverletzten Seite recht gut ausgebildet ist, und von den in dieselbe einstrahlenden Hinterwurzelfasern ist auf der verletzten Seite nichts mehr zu entdecken. Der Canalis centralis und die umgebende Substantia gelatinosa centralis sind erhalten geblieben.

Was die linke Rückenmarkshälfte anbelangt, so ist nur ein schmaler, an die Fissura longitudinalis posterior angrenzender Theil des Hinterstranges getroffen.

An der Stelle der durchschnittenen Rückenmarktheile findet man nach hinten ein derbes cicatricielles Bindegewebe, welches seitwärts fest den weichen Häuten anhaftet und in die Tiefe des Rückenmarkes hineingreift. In der unmittelbaren Nähe des cicatriciellen Bindegewebes sind die Hirnhäute verdickt und adhæriren an einander durch Züge von Bindegewebe.

Mitten in demselben sieht man noch Schnitte von Nervenbündeln, die den Rückenmarkswurzeln angehören und in denen wenigstens theilweise die Myelinscheiden allerdings noch erhalten sind. Von myelinhaltigen, in das Mark eintretenden hinteren Wurzelfasern ist im Bereiche der Læsion absolut nichts zu sehen. Die Bündel des cicatriciellen Bindegewebes schlagen verschiedene Richtungen ein und sind auf den Schnitten bald quer, bald schräg oder der Länge nach getroffen. An den durch Boraxcarmin gefärbten Schnitten sieht man in diesem Gewebe zahlreiche meist abgeplattete Kerne, die den Bindegewebezellen und den Gefässscheiden angehören. Hie und da finden sich Gefässdurchschnitte, aber nicht in grosser Zahl.

Secundäre Degeneration.

A. Aufsteigende Degeneration.

Wie allgemein bekannt ist, findet man dieselbe im Hinterstrang und im Seitenstrang. **3.—4. Dorsalnerv.** Der Hinterstrang ist auf der rechten (verletzten) Seite sehr bedeutend geschrumpft. Die Fissura longitudinalis posterior ist nach der verletzten Seite hin verschoben. Der Fortsatz der Pia mater, der in diese Furche hineindringt, beschreibt einen Bogen, dessen Concavität der verletzten Seite zugekehrt ist. An der Grenze zwischen dem gesunden und dem geschrumpften Hinterstrang befindet sich nach hinten zu eine ziemlich weite Furche, die zum Theil wenigstens durch die Erweiterung der Fissura longitudinalis posterior, theilweise aber auch durch die Schrumpfung des degenerirten Theiles des Hinterstranges entstanden ist. Ferner bemerkt man in dem geschrumpften Hinterstrang, der hinteren Längsfurche entlang, einen durch Carmin intensiv roth gefärbten Streifen, der fast die zwei hinteren Drittheile der Fissura einnimmt, und der sich nach der Tiefe hin verschmälert. Dieser Streifen, in welchem keine Nervenfasern

nachzuweisen sind, umfasst zweifelsohne den secundär atrophirten **Goll**'schen Strang und einen Theil des **Burdach**'schen, und zwar aus folgendem Grunde: Untersucht man den Hinterstrang auf der unverletzten Seite, so kann man in demselben zwei, wenn auch durchaus nicht scharf abgegrenzte Theile, unterscheiden; einen kleineren hinteren und inneren Theil, der dem **Goll**'schen Strange entspricht und einen grösseren übrig bleibenden Theil — den **Burdach**'schen Strang. Die genannten Abtheilungen sind, wie in mehreren Schnitten zu sehen ist, durch eine Furche, in welche ein Fortsatz der Pia mater hineindringt, mehr oder weniger deutlich von einander getrennt; ferner bemerkt man, dass an der Grenze der beiden Hinterstrangabschnitte die Nervenfasern besonders fein sind. Nun ist von dem hinteren und inneren Hinterstrangtheile (**Goll**'scher Strang) auf der verletzten Seite nichts mehr zu sehen, weil er in den weiter oben erwähnten intensiv roth gefärbten Streifen aufgegangen ist. Wenn man jetzt den übrig gebliebenen Theil des geschrumpften Hinterstranges mit der Region, die auf der gesunden Seite als dem **Burdach**'schen Strange angehörend zu betrachten ist, vergleicht, so ergiebt sich, dass der erste eine etwas kleinere Durchschnittsfläche einzunehmen scheint.

Der Seitenstrang ist bedeutend verschmälert, besonders in dem hinteren und mittleren Theile, während in der Nähe der Vorderwurzeln die Schrumpfung viel weniger ausgesprochen ist. In der Region des atrophischen Pyramidenstranges ist eine intensivere Carminfärbung wahrzunehmen. Zahlreiche röthlich gefärbte Inselchen sind zwischen normalen dickeren Fasern eingebettet. Die Alteration ist aber am meisten an der Peripherie des Seitenstranges ausgesprochen. An dieser Stelle bemerkt man einen intensiv gefärbten Saum, der je nach der Stelle bald etwas breiter, bald etwas schmäler ist und der sich nach hinten — bis in die Nähe der Hinterwurzeln, nach vorne — bis etwa an die Grenze der äussersten Vorderwurzeln

erstreckt. Im Bereiche dieses Saumes erkennt man ein verdicktes Gliagewebe, in welchem nur ganz vereinzelte Nervenfasern aufzufinden sind. Nach innen zu ist derselbe nicht schroff abgegrenzt, und die in ihm erhalten gebliebenen Nervenfasern werden immer zahlreicher. Dieser Saum entspricht zweifelsohne der aufsteigend atrophirten Kleinhirnseitenstrangbahn.

Was nun den Vorderstrang betrifft, so ist im Bereiche der austretenden Vorderwurzeln eine ganz geringe Abflachung zu bemerken.

In der grauen Substanz fällt die Deformation des Hinterhornes auf. Der Sulcus lateralis posterior ist noch zum Theil verwischt, auch ist der Eintritt der hinteren Wurzeln seltener wahrzunehmen als auf der gesunden Seite.

4.—5. Cervicalnerv. Die Atrophie des rechten Hinterstranges ist auf den ersten Blick kaum ausgesprochen; die Fissura longitudinalis posterior hat ihre normale Lage wieder eingenommen; nur ist der Fortsatz der Pia mater in ihrem hinteren Abschnitt verdickt, und die Fissura nach der Peripherie hin ein wenig erweitert. Bei genauerer Untersuchung erkennt man aber, dass der rechte Hinterstrang an der Peripherie etwas schmäler ist als der linke, und dass dieser Unterschied durch den Schwund des rechten **Goll**'schen Stranges bedingt ist. Die Atrophie des Seitenstranges hat ebenfalls sehr bedeutend abgenommen; ein Unterschied zwischen der Flächenausdehnung des Querschnittes der beiden Seitenstränge ist kaum ausgesprochen; nur an der Peripherie sieht man noch einen Rest des weiter oben beschriebenen intensiver gefärbten Streifens, welcher der atrophirten Kleinhirnseitenstrangbahn entspricht. Zu betonen ist noch, dass dieser Saum ebenfalls an Breite bedeutend eingebüsst hat, und er könnte daher bei oberflächlicher Untersuchung dem Beobachter gänzlich entgehen.

Am rechten Vorderstrang ist keine Veränderung mehr wahrzunehmen.

Das rechte Hinterhorn ist ein wenig kleiner als auf der gesunden Seite, ausserdem ist es weniger zugespitzt und etwas intensiver gefärbt.

Untere Hälfte der Pyramidenkreuzung. Auf dieser Höhe ist die Atrophie des **Goll**'schen Stranges sehr deutlich ausgesprochen. Die Anschwellung, die dieser Strang auf der normalen Seite bildet, ist auf der anderen Seite vollständig geschwunden und der Strang nur noch als ein schmaler röthlicher Streifen angedeutet. Der Kern der grauen Substanz ist ebenfalls bedeutend geschrumpft und zwar hauptsächlich an seinem dorsalen Theile. Dagegen ist der rechte **Burdach**'sche Strang und der betreffende Kern ebenso gut entwickelt als auf der normalen Seite.

B. Absteigende Degeneration.

6.—7. Dorsalnerv. Schon mit unbewaffnetem Auge ist an der rechten (verletzten) Hälfte des Rückenmarkes eine bedeutende Schrumpfung wahrzunehmen, namentlich am Hinterstrange und am Seitenstrange, während sie am Vorderstrange kaum zu bemerken ist. Der Seitenstrang ist auf seinem beinahe ganzen Querschnitte intensiv roth gefärbt und enthält noch zahlreiche Spuren der sogenannten traumatischen Degeneration. Der atrophische Hinterstrang ist ebenfalls intensiver gefärbt als auf der normalen Seite, wenn auch die Färbung nicht so ausgesprochen ist als in dem Seitenstrange. Nur in dem äussersten, den hinteren Wurzeln zugewendeten Theile des Stranges findet man normale Fasern. Die einstrahlenden Hinterwurzeln sind ebenfalls ziemlich atrophisch. Das Hinterhorn der verletzten Seite ist bedeutend angeschwollen und bildet einen abgerundeten Kopf, während es auf der normalen Seite bedeutend schlanker und zugespitzt ist. Das Vorderhorn ist

etwas kürzer und breiter als auf der normalen Seite. Der äusserste laterale Theil des Vorderhornes ist noch etwas intensiver gefärbt als auf der normalen Seite.

10.—12. Dorsalnerv. Die Atrophie (Schrumpfung) des Hinterstranges ist noch ziemlich ausgesprochen, der Sulcus lateralis posterior ist verwischt. Der Kopf des Hinterhornes ist der Peripherie genähert. In der Randzone sind zahlreiche feine Nervenbündel zu erkennen (die Myelinscheiden sind durch die **Weigert**'sche Hämatoxylinfärbung geschwärzt). Der Seitenstrang ist noch bedeutend geschrumpft (Verkleinerung des Querdurchschnitts) und zum Theil sekundär degenerirt. Diese Degeneration erstreckt sich insbesondere auf den hinteren Abschnitt des Seitenstranges. In dieser Gegend erkennt man in den Schnitten, die nach der **Weigert**'schen Methode gefärbt sind, folgendes: Nach innen zu, in dem Winkel zwischen dem Hinterhorn und dem kaum angedeuteten Seitenhorn, an der Stelle der «medialen Grenzschicht» von Flechsig, sind die Fasern normal erhalten. Gleich nach aussen von derselben findet man eine ziemlich ausgedehnte Stelle, die sich durch eine gelbliche Färbung kennzeichnet und in welcher nur sehr vereinzelte geschwärzte Fasern noch zu erkennen sind. Nach der Peripherie hin und besonders etwas ventralwärts werden dieselben zahlreicher und endlich, ganz oberflächlich, kommt ein gelblich gefärbter schmaler Saum, der ziemlich weit ventralwärts zu verfolgen ist. Nach hinten zu bleibt der gelbe Fleck von dem Kopfe des Hinterhornes durch eine schmale Zone, die viele normale Fasern enthält, getrennt. In dem äusseren hinteren Winkel des Seitenstranges, zwischen der Randzone, der Spitze des Hinterhornes und der Peripherie springt eine Insel von weisser Substanz mit normal aussehenden dickeren Fasern ins Auge. Diese kleine Region ist nach vorne zu von dem degenerirten Seitenstrangtheil durch eine tiefe Furche, die zwischen dem 11. und 12. Dorsalnerven auftritt, getrennt. Betrachtet

man nun die mit Carmin gefärbten Schnitte aus derselben Gegend, so kann man sich leicht überzeugen, dass sowohl die mitteldicken als die feineren Fasern der fraglichen Insel wirklich nahezu ganz normal sind; die Axencylinder sind roth, die Myelinscheiden gelblich gefärbt; nur sind noch hier und da einige verdickte Gliazüge wahrzunehmen und nach der Peripherie hin ist diese Insel durch eine verdickte Gliaschicht umgrenzt. Die, an den mit Hæmatoxylin gefärbten Präparaten, gelblich erscheinende Stelle unterscheidet sich, in den carminisirten Schnitten, durch die intensivere rothe Färbung, enthält aber noch zahlreiche normal erscheinende Fasern und zwar von mittlerer Dicke. Der weiter oben beschriebene gelbliche Saum ist hier intensiv roth gefärbt und besteht aus einem verdichteten Gliagewebe.

An dem äusseren Theile des Vorderstranges glaubt man noch eine ganz geringe Abplattung wahrnehmen zu können. An der grauen Substanz sind immer noch die vorher geschilderten Veränderungen, obwohl in geringerem Grade, wahrzunehmen.

Eine besondere Erwähnung verdient die Veränderung, die an der **Clarke**'schen Säule auf der verletzten Seite wahrzunehmen ist. Schicken wir zuerst einige Worte über die Beschaffenheit dieser Säule überhaupt, bei der Katze, voraus. Auf der normalen Seite ist diese Säule recht schön umgrenzt und namentlich auf den mit Hæmatoxylin behandelten Präparaten, während sie nach der Carminfärbung viel weniger deutlich hervortritt. Der Querschnitt der Säule ist abgerundet, bald mehr bald weniger elliptisch oder oval. Der grössere Durchmesser ist gewöhnlich etwas schief in dorsoventraler Richtung orientirt. Die ziemlich zahlreich vorkommenden Ganglienzellen sind verschieden beschaffen (Carminfärbung). Grössere und kleinere sind zu unterscheiden. Die grössten stehen nur wenig den grossen Zellen des Vorderhornes nach.

In Bezug auf die Färbung des Zellenleibes kann man blasser und dunkler gefärbte Zellen unterscheiden, doch sind die ersteren bedeutend zahlreicher als die anderen. Die blassen Zellen sind mehr aufgeblasen und erscheinen auf den Schnitten bald spindelförmig bald birnförmig. Der Zellenleib ist zart granulirt (Balsam), kaum gefärbt oder sogar ungefärbt. Der Kern ist vielmehr gross, elliptisch oder oval, dunkeler gefärbt und enthält neben einem stärkeren Nucleolus einige viel kleinere. Die stärker gefärbten (chromatophilen) Zellen sind mehr abgeplattet und in die Länge gezogen; die Fortsätze sind leichter zu erkennen, das Protoplasma scheint etwas mehr homogen beschaffen zu sein; der Kern ist ebenfalls etwas mehr in die Länge gezogen und etwas stärker gefärbt als der Kern in der zuerst erwähnten Zellenart. Die dritte wahrzunehmende Varietät gehört bedeutend kleineren Zellen an. Es sind bläschenförmige, bald rundlich, bald oval oder elliptisch geformte Zellen mit ganz zartem blassem Protoplasma, in dem ein kleiner runder Kern enthalten ist.

Wie bekannt, strömen den **Clarke**'schen Säulen Fasern aus den Hintersträngen zu. Diese Fasern sind auf den mit Hæmatoxylin behandelten Präparaten deutlich zu verfolgen. Sie stammen aus dem medialen Theile der hinteren Wurzeln und begeben sich, nachdem sie den Hinterstrang durchzogen haben, in etlichen Bündeln nach den **Clarke**'schen Säulen. Ein Theil der Fasern dringt in die Säule ein, wo sie sich pinselförmig ausbreiten; dann scheinen sie sich wiederum zu mehreren Zügen zu sammeln, die hauptsächlich nach dem Vorderhorn sich begeben. Hier und da scheinen sich von diesen Zügen einige Fasern nach innen und vorne gegen die Commissura anterior abzubiegen. Häufig streifen die Wurzelfasern nur die äussere Seite der **Clarke**'schen Säule und geben mehrere Bündelchen, die von aussen nach innen in dieselbe hineindringen, ab. Endlich sieht man noch Faserzüge, die, anstatt

nach der Säule sich zu begeben, lateralwärts umbiegen, um sich in dem Halstheil des Hinterhornes, da wo die Längsfasern inselweise auftreten, zu verlieren.

Auf der verletzten Seite ist die **Clarke**'sche Säule bedeutend geschrumpft, der Querschnitt nimmt einen kleinen Raum ein, und hat eine mehr rundliche Form als auf der gesunden Seite. Die Umgrenzung lässt sich jedoch ziemlich gut erkennen an den Präparaten, die mit Hæmatoxylin gefärbt sind, in Folge der durchziehenden Nervenfasern. Ausser der Schrumpfung fällt besonders der Schwund der grösseren Nervenzellen auf; im Gegensatz hierzu sind die kleineren Zellen erhalten. In Betreff der aus dem Hinterstrang einstrahlenden Nervenfasern kann man keinen wesentlichen Unterschied zwischen beiden Seiten erkennen. Folglich hat die Atrophie der **Clarke**'schen Zellen auf die einstrahlenden Wurzelfasern wenigstens nicht wesentlich zurückgewirkt. Auch an den nach dem Vorderhorn hinstrahlenden Nervenfasern ist nichts abnormes wahrzunehmen. Zahlreiche sehr feine Querschnitte von Nervenfasern sind in der Säule enthalten.

1.—4. Lumbalnerv.

Hinterstrang: Die Schrumpfung ist noch gut ausgesprochen im Bereiche der drei oberen Lumbalnerven; zwischen dem 4.—5. Lumbalnerven ist sie nur kaum sichtbar und zwar wesentlich an dem äusseren hinteren Theil des Stranges. **Seitenstrang:** Im oberen Lumbaltheil ist die Schrumpfung noch immer nicht unbedeutend, nimmt in der mittleren Lumbalgegend ansehnlich ab. Die weiter oben erwähnte Einkerbung am hinteren Theil des Stranges und der verdickte äussere Gliasaum können noch spurweise bis zur Gegend zwischen dem 4.—5. Lumbalnerven verfolgt werden. Im Bereiche der Gruppe von stärkeren Fasern, die den hintersten äusseren Theil des Seitenstranges einnimmt, bleibt die Alteration am geringsten.

Graue Substanz. Die Formveränderung des Hinterhornes ist bis zu dem 4. Lumbalnerven zu verfolgen und, dem entsprechend, ist die Randzone immer noch weniger dick und mehr in die Breite gezogen als auf der normalen Seite.

Clarke'sche Säule. Im Bereiche der zwei oberen Lumbalnerven nimmt der Querschnitt der Säule an Grösse zu, zwischen dem 2. und 3. Lumbalnerven ist er grösser als zwischen dem 1. und 2.; auch die Zahl der grossen Ganglienzellen nimmt ebenfalls zu. Auch in der Lage der Säule ist eine Veränderung eingetreten, indem sie sich immer mehr der hinteren Grenze der grauen Substanz nähert. Zwischen dem 2.—3. Lumbalnerven ist sie nur durch eine sehr schmale Schicht von der weissen Substanz des Hinterstranges getrennt und bildet eine etwa uhrschalenförmige Erhabenheit, die in die weisse Substanz hineinragt. Zwischen dem 3.—4. Lumbalnerven ist sie mehr nach hinten und lateralwärts gerückt, so dass die Säulen jetzt durch die ganze Dicke des tiefen Theiles des Hinterstranges von einander getrennt sind; auch von dem Centralcanal haben sie sich entfernt. Ihr Querschnitt ist nicht mehr oval, sondern etwa biconvex mit ausgezogenen Spitzen. Zwischen dem 4.—5. Lumbalnerven ist die **Clarke**'sche Säule nicht mehr zu erkennen.

Es folgt hieraus, dass bei der Katze die **Clarke**'sche Säule in der oberen Lumbalgegend (1.—4. Lumbalnerv) besonders mächtig entwickelt und besonders reich an grossen Ganglienzellen ist. So zählt man zum Beispiel zwischen dem 2. und 3. Lumbalnerven in 9 nach einander folgenden, nicht sehr feinen Schnitten (Indigocarminfärbung), wie folgt:

10	grössere	dunkele	Zellen
8	»	»	»
8	»	»	»
5	»	»	»
5	»	»	»
6	»	»	»

7 grössere dunkele Zellen
10 » » »
5 » » »

Ausserdem sind noch in jedem Schnitt eine wechselnde Zahl von viel kleineren Zellen und hier und da einige grössere, aber helle Zellen wahrzunehmen. Zu betonen ist noch, dass im Vergleich mit der Dorsalgegend die grösseren dunkelen Zellen hier entschieden zahlreicher sind als die hellen.

Auf der verletzten Seite tritt nun, in der fraglichen Gegend, der Schwund der grösseren Zellen, sowohl der dunklen wie der hellen, in überraschender Weise hervor. Und dennoch ist die Säule nicht geschwunden, nur hat sie eine kleinere Querschnittsfläche.

Nun ist noch eine Differenz in Betreff der horizontal verlaufenden Fasern, die die graue Substanz durchziehen, wahrzunehmen. Auf der normalen Seite lassen sich Bündel von dickeren Fasern vom Seitenstrange bis in die graue Substanz verfolgen. Es handelt sich aber nicht um compactere Bündel, vielmehr um etwas zerstreut verlaufende Fasern, von denen die einen mehr von hinten her, die anderen von vorne her in die graue Substanz einstrahlen. Nach innen zu verhalten sich diese Fasern verschieden: *a)* die einen biegen zweifelsohne nach innen und hinten um, indem sie an der vorderen Grenze der **Clarke**'schen Säule vorbei streichen und dringen in dieselbe hinein. Es sind das die bekannten Faserzüge, die als horizontale Kleinhirnseitenstrangfasern beschrieben sind. Zu betonen ist aber, dass die fraglichen Fasern in der Regel wenigstens nicht an der äusseren, sondern an der vorderen inneren Grenze der **Clarke**'schen Säule in dieselbe eindringen. *b)* Die anderen, hingegen, schlagen eine andere Richtung ein, namentlich gegen die Commissura anterior hin. Auf der verletzten Seite nun hat die Zahl der horizontal verlaufenden Fasern entschieden abgenommen, in wie weit dieselben sich

nach der **Clarke**'schen Säule begeben; diejenigen aber, die nach der Commissura anterior sich wenden, scheinen erhalten zu sein.

Experiment II.

Katze; 11 Tage alt; operirt am obern Cervicalmark den 21. April und circa 10 Wochen am Leben erhalten.

Die Læsion befindet sich links im Bereiche der Eintrittsebene der Wurzeln des 2. Cervicalnerven. Bei Durchmusterung der Präparate, die serienweise dargestellt worden sind, hat sich folgendes gezeigt. Was hier besonders auffällt, ist der Umstand, dass die Verletzung relativ sehr scharf lokalisirt ist, von keinen Complicationen (wie, zum Beispiel, Höhlenbildung u. s. w.) begleitet ist und nahezu, nach hinten und nach vorne, im gleichen Niveau sich befindet, so dass es leicht wird, ein übersichtliches Bild über die Ausdehnung der Verletzung zu gewinnen.

Was die weisse Substanz anbetrifft, so ist nur der linke Seitenstrang getroffen. Ein Streifen von cicatriciellem Bindegewebe, der durch Carmin intensiv roth gefärbt ist, dringt von hinten her, im Bereiche des inneren hinteren Winkels des Seitenstranges, ein, indem er die äussere Fläche des Hinterhornkopfes streift und richtet sich dann schief nach vorne und seitwärts, einen nach aussen concaven Bogen beschreibend. Der Streifen ist breiter nach hinten als nach vorne. Im Inneren desselben sind keine Fasern wahrzunehmen, was sowohl an den carminisirten Schnitten als an denjenigen, die mit Hæmatoxylin nach der **Weigert**'schen Methode gefärbt sind, ersichtlich ist. Die Bindegewebebündel sind ziemlich dicht angeordnet, hier und da sieht man Gefässdurchschnitte, die von lockeren perivasculären Räumen umgeben sind. Das cicatricielle Gewebe erreicht nach vorne zu die Pia in einer Ebene, die ungefähr derjenigen des vordern Theiles der Commissura anterior entspricht. Die Circonferenz des Seitenstranges wird in dieser

Weise in zwei ungleiche Segmente zerlegt, von denen das hintere Segment ungefähr $^3/_5$, das vordere — $^2/_5$ der Circonferenz einnimmt. Nach hinten zu, im Bereiche des inneren hinteren Winkels des Seitenstranges und des Sulcus lateralis posterior, sind die Rückenmarkshäute verdickt und verwachsen. In diesem Bindegewebe treten einige degenerirte Nervenbündel, welche den Hinterwurzeln eines Cervicalnerven angehören, auf. Nur eine geringe Zahl von Nervenbündeln ist getroffen, während mehrere andere danebenliegende ganz normal erscheinen. An der vorderen Grenze des cicatriciellen Streifens ist keine Verwachsung der Rückenmarkshäute eingetreten.

Was die **graue** Substanz anbetrifft, so ist sie nur ganz unbedeutend verletzt, die Verletzung beschränkt sich nur auf den hintersten lateralen Theil des Hinterhornkopfes und das kleine accessorische Horn, das in diesem Niveau bei der Katze existirt. Der Processus reticularis ist nur an seinem äussersten Theile getroffen, grösstentheils aber erhalten geblieben. Einige diese Gegend streifende Wurzelfasern des Accessorius sind ebenfalls mitverletzt.

Kurz zusammengefasst, sind folgende Theile durch die soeben beschriebene Læsion getroffen: *a)* der Pyramidenstrang, aber nur ein Theil desselben; *b)* eine Anzahl von dickeren Seitenstrangfasern, die theils innerhalb theils ventral nach aussenwärts von der Pyramidenbahn verlaufen; *c)* ein ganz kleiner hinterster Theil der Kleinhirnseitenstrangbahn und endlich eine ganz unbeträchtliche Zahl von Fasern, welche an der Uebergangsstelle zwischen dem hinteren und vorderen Theile der Kleinhirnseitenstrangbahn zu liegen kommen. In dem äusseren erhalten gebliebenen Theil des Seitenstranges sind keine entzündlichen Erscheinungen wahrzunehmen, weder an den Fasern noch an dem Gliagewebe. Nur in unmittelbarer Nähe des cicatriciellen Streifens sind die Gliabälkchen etwas verdickt.

Secundäre Degeneration.

Absteigende Degeneration.

3.—4. Cervicalnerv. Der Querschnitt des verletzten Seitenstranges ist schmäler als auf der gesunden Seite. Die absteigende Degeneration tritt in Form eines länglichen und schmalen, intensiv durch Carmin roth gefärbten Fleckens auf, der von dem Kopfe des Hinterhornes ausgeht und sich eine Strecke weit in der mittleren Zone des Seitenstranges etwas schief nach vorne und aussen erstreckt.

Nur wenige dickere Fasern sind in dem Degenerationsherde erhalten geblieben. Es ist noch hervorzuheben, dass an der Peripherie des hinteren Theiles des Seitenstranges eine ziemlich weite Strecke ventralwärts vor der Eintrittsstelle der Hinterwurzeln eine tiefe Einkerbung wahrzunehmen ist. Die äussere Gliaschicht ist im Bereiche dieser Einkerbung etwas verdickt, auch sind die Gliabälkchen in dieser Gegend des Seitenstranges hier und da etwas verdickt; sonst sind die Nervenfasern, sowohl nach innen wie nach aussen von dem genannten Herde normal. Am Hinterhorn ist folgende Abnormität zu bemerken: es ist etwas schlanker und in die Länge gezogen; ferner ist die Krümmung nach aussen mehr ausgesprochen als auf der gesunden Seite. Die Randzone ist etwas breiter und etwas schmäler.

In der **Halsanschwellung** hat der Fleck an Ausdehnung ansehnlich abgenommen, ist aber noch recht gut zu erkennen; die Einkerbung ist noch ebenfalls da.

7.—8. Dorsalnerv. Nur Spuren des Fleckes sind vorhanden in der Form von einigen zerstreut liegenden, röthlich gefärbten Inselchen, doch deutet noch die Abflachung an der hinteren Peripherie des Seitenstranges auf die stattgefundene Atrophie hin. Das Hinterhorn hat immer noch eine etwas abnorme Gestalt.

In dem unteren Theile der Dorsalgegend ist der Degenerationsfleck nicht mehr mit Sicherheit zu verfolgen. Die Atrophie

im Bereiche des hinteren Theiles des Seitenstranges, und namentlich die Abflachung an der hinteren Peripherie sind immer noch zu erkennen.

In dem oberen Theile der **Lumbal**gegend ist die Einkerbung an der hinteren Peripherie des Seitenstranges sogar etwas mehr ausgesprochen. Es existiren noch ebenfalls Spuren von der weiter oben erwähnten Difformität des Hinterhornes. Die letzten Spuren der Seitenstrangsatrophie kann man noch bis zum 4.—5. Lumbalnerven verfolgen.

Clarke'sche Säule.

Dorsalgegend. In diesem Falle ist die Differenz in der Zahl der Zellen viel weniger ausgesprochen als bei Katze I und überhaupt nur wenig angedeutet. In mehreren Präparaten ist keine merkbare Differenz wahrzunehmen. In mehreren anderen, hingegen, ist sie ziemlich gut angedeutet, aber auch in diesen Fällen ist die Differenz keine absolute, sondern eine relative, so z. B. zwischen dem 7.—8., dem 11.—12. Dorsalnerven; zwischen dem 13. Dorsal- und 1. Lumbalnerven ist die Differenz zu Gunsten der normalen Seite etwas stärker ausgesprochen als in den soeben genannten Gegenden.

1.—2. Lumbalnerv. Hier ist der Unterschied in der Zahl der Zellen sehr deutlich zu erkennen, nur hier und da findet man auf der verletzten Seite eine, zwei oder sogar drei grössere Zellen, während man auf der gesunden Seite bis 6—8—10 zählen kann.

3.—4. Lumbalnerv. Der Unterschied zwischen der gesunden und lädirten **Clarke**'schen Säule tritt hier besonders auffallend hervor, weil die Zellen in dieser Gegend überhaupt sehr zahlreich sind. Folgende Zahlen, die einer Reihe von 23 aufeinander folgender Schnitte entnommen sind, sollen die Thatsache illustriren.

Nicht verletzte Seite		Verletzte Seite
8	grössere dunkele Zellen	4 Zellen
10	»	3 grössere und 3 kleinere
14	»	2 Zellen
11	»	2 blasse und kleine Zellen
7	»	1 bedeutend kleinere dunkle Zelle
12—13	»	1 Zelle
7	»	—
5	»	1 »
9	»	—
3	»	2 kleinere Zellen
8—9	»	2 » »
10	»	1 ganz kleine, aber dunkele Zelle
8—9	»	2 grössere und 1 ganz kleine Zelle
8	»	1 sehr abgeplattete Zelle
8	»	—
13	»	—
10	»	—
10	»	1 ziemlich kleinere geschrumpfte Zelle
5	»	—
7	»	einige, aber ganz
7	»	kleine Zellen
		1 grössere Zelle
11—12	»	—
8	»	—

4.—5. Lumbalnerv. Die **Clarke**'sche Säule schwindet als solche. In den Schnitten findet man auch auf der normalen Seite nur ganz seltene und vereinzelte Zellen, so dass von einer Atrophie überhaupt nicht die Rede sein kann.

Experiment III.

Katze; 18 Tage alt; operirt am oberen Cervicalmark den 28. April 1890 und $2^1/_2$ Monate am Leben erhalten. Das Thierchen war überhaupt weniger kräftig als die anderen, und die Augen haben sich ebenfalls später geöffnet.

Die Operation war rechts zwischen dem 2.—3. Cervicalnerven ausgeführt.

Wie in den vorigen Fällen wurde eine continuirliche Schnittreihe angefertigt, aber nur die Carminfärbung angewendet. Von der Rückenmarksregion abgerechnet, lässt sich die Verletzung, im grossen und im ganzen, mit der Læsion bei der Katze I vergleichen.

Weisse Substanz. Die Læsion beschränkt sich hauptsächlich auf den Seitenstrang und ist von demselben nur ein kleiner vorderer, an die Spitze des Vorderhornes angrenzender Theil erhalten geblieben. Vom Hinterstrange ist nur ein ganz kleiner äusserer hinterer Theil verletzt.

Graue Substanz. Das Hinterhorn, der Processus reticularis, das kleine accessorische Seitenhorn, dann noch der ganze hintere Theil des Vorderhornes fallen in den Bereich der Verletzung. An der Stelle von den erwähnten durchschnittenen Theilen des Rückenmarkes findet man ein cicatricielles Bindegewebe, das nach aussen zu viel derber und bündelweise angeordnet ist, während nach innen zu die Beschaffenheit des Bindegewebes viel zarter wird; die dickeren Bündel schwinden, um einem Gewebe, das aus zahlreichen, in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden feinen Fasern besteht, Platz zu machen. Zahlreiche Gefässe verbreiten sich in diesem Gewebe; zu betonen ist dabei, dass die etwas verdickten Gefässwandungen von besonders weiten perivasculären Räumen umgeben sind. Diese Räume sind von feinen Bälkchen durchzogen, enthalten aber keine Ansammlungen von Lymphkörpern. Ferner ist noch

hervorzuheben, dass eine pathologische Höhle an der Grenze zwischen dem Vorder- und Hinterhorn sich ausgebildet hat. Nach innen zu grenzt die fragliche Höhle bis an die weisse Substanz des Hinterstranges an, wobei ein Divertikel bis in der Nähe des Centralcanals sich erstreckt; doch sind die Substantia gelatinosa und das Epithel erhalten geblieben. Die vordere Grenze ist durch die graue Substanz des Vorderhornes gebildet. Nach aussen ist die Höhle durch das beschriebene sklerosirte Gewebe begrenzt. Nach hinten ragt ein Ausläufer derselben in das veränderte Hinterhorn hinein. Die Wandung der Höhle ist überhaupt besser ausgebildet an der äusseren Grenze als an der inneren und besteht aus einem sehr dichten Netzwerk von Gliafasern, die sich durch Carmin roth färben; kleine eckige Zellen sind in diesem Fasergewebe eingestreut. Der Inhalt ist überhaupt von der Wandung zurückgezogen und besteht aus einer granulirt erscheinenden, leicht rosa gefärbten (Carminfärbung) Grundsubstanz, in welcher hier und da Haufen von zelligen Elementen eingebettet sind. Die granulirte Substanz ist zweifelsohne eine durch die Einwirkung der erhärtenden Reagentien geronnene Flüssigkeit. Die zelligen Elemente erscheinen als rundlich eckige, dicht aneinander liegende Gebilde, deren Zellenkörper nach Einschliessung in Balsam blasshell und wie durch zarte Alveolen durchlöchert erscheint (bei guter Beleuchtung und bei stärkeren Systemen; bei schwächeren Vergrösserungen kommt nur eine Granulirung zur Ansicht). Die Kerne sind gefärbt, vielmehr klein und rundlich und hier und da verkümmert. Allem Anscheine nach handelt es sich hier um verfettete runde Zellen (Körnchenzellen). In frischem Zustande war der Inhalt der Höhle nicht untersucht, aus dem triftigen Grunde, weil es hier in erster Linie auf die genaue Bestimmung der Topographie der Verletzung ankam und desswegen die fragliche Stelle des Rückenmarkes gleich in die härtende Flüssigkeit eingebracht wurde, ohne zuerst angeschnitten zu werden.

Der zurückgebliebene Theil des Vorderhornes ist merkbar geschrumpft, und kann man zwar eine hintere äussere, vielmehr veränderte und eine vordere innere, relativ normale Region unterscheiden. Die zuerst erwähnte Region ist intensiver tingirt und wie verdichtet, was in der Wucherung des Gliagewebes seinen Grund hat; auch findet man hier und da Gefässe, die von besonders weiten perivasculären Räumen umgeben sind. In der relativ normalen Spitze des Vorderhornes sind gut charakterisirte grössere Nervenzellen erhalten. Die Commissura anterior ist auf der verletzten Seite intensiver gefärbt und an dicken Nervenfasern entschieden ärmer als auf der normalen Seite, was auf die statthabende Atrophie von Nervenfasern hindeutet. An der unmittelbaren Grenze des sklerosirten Gewebes treten einige vereinzelte Nervenfasern, die geschwollene Axencylinder enthalten, auf.

Absteigende Degeneration.

Die Vertheilung der secundären Degeneration zeigt eine grosse Analogie mit derjenigen bei der Katze II und ist hauptsächlich im Seitenstrang localisirt.

An den Schnitten zwischen dem 4.—5. Cervicalnerven ist der ganze Querschnitt des Seitenstranges bedeutend reducirt, aber ausserdem ist noch ein scharf abgegrenzter Degenerationsstreifen in der hinteren Hälfte des Seitenstranges wahrzunehmen. Der Streifen verlauft in schiefer Richtung von hinten und innen nach aussen und vorne und befindet sich an der inneren Grenze der Kleinhirnseitenstrangbahn. Nach hinten zu, an der Grenze des Hinterhornkopfes, ist derselbe nicht breiter als nach vorne.

An der Stelle der Kleinhirnseitenstrangbahn ist nur eine Anzahl von etwas verdickten Gliabälkchen zu bemerken, die von dem Degenerationsstreifen ausstrahlen; die Nervenfasern sind aber entschieden erhalten geblieben. Das Uebergreifen der Gliawucherung von einem sklerosirten Herd auf benachbarte,

sonst normale Theile ist eine ganz gewöhnliche, oft vorkommende Erscheinung. Nach innen zu ist der Degenerationsstreifen vom Halstheile des Hinterhornes durch einen normalen Marktheil getrennt. Der **Burdach**'sche Strang ist etwas abgeflacht; von einem degenerirten Herd ist aber nichts zu erkennen. Das Hinterhorn zeigt, obwohl in viel geringerem Grade, die schon bei der Katze I geschilderte Abnormität.

Obere Dorsalgegend. Der degenerirte Herd im Seitenstrange hat bedeutend abgenommen und ist auch bei weitem nicht so scharf umgrenzt.

In der **unteren** Dorsalgegend ist die Abflachung des hinteren Theiles des Seitenstranges immer noch ausgesprochen; der degenerative Herd erscheint in der Form von intensiv gefärbten Zügen, die sich zwischen den normalen Fasern verzweigen.

1.—2. Lumbalnerv. Aehnlich wie es in dem vorigen Falle berichtet war, fällt auch hier etwas nach vorne vom Sulcus lateralis posterior eine ziemlich tiefe Einkerbung auf und in der unmittelbaren Nähe desselben sind immer noch Spuren der Degeneration zu erkennen; der gesammte Querschnitt des betreffenden Stranges ist noch immer merkbar verkleinert.

Was die **Clarke**'sche Säule anbetrifft, so ist eine sehr deutliche Atrophie der grossen Nervenzellen eingetreten. Das Resultat stimmt vollständig mit den vorher beschriebenen Fällen überein und ist in der oberen Lumbalgegend (1.—4. Lumbalnerv) im höchsten Grade ausgesprochen. Unnöthig ist es noch einmal auf eine detaillirte Beschreibung dieses Befundes einzugehen, wir beschränken uns nur auf die Anführung einer Reihe von Zählungen, die sich auf die Zahl der Nervenzellen in der gesunden und atrophirten Seite, zwischen dem 3.—4. Lumbalnerven, in einer lückenlosen Serie von 48 Präparaten beziehen.

Normale Seite	Atrophirte Seite
12 dunkele Zellen	1 merkbar kleinere abgeplattete Zelle
5—6 dunkele Zellen	—
6 » »	—
9 » »	—
10 » und 1 paar kleinere	—
4 »	1 viel kleinere Zelle
4 » und einige kleinere	1 stark abgeplattete Zelle
6 »	1 an der inneren Grenze der Säule
5 » » » »	—
4 » » 3 »	1—2 bedeutend kleinere
14 »	1 an der inneren Grenze der Säule
9 » und 4 etwas kleinere	
5 » und mehrere kleinere	—
10 »	—
5 »	—
3 » und einige kleinere	—
8 » und 3 kleinere	3 kleine zusammengeschrumpfte Zellen
6 » und einige kleinere	—
6 » und 1 paar kleinere	—
6 » » » »	—
8 »	
2 » und einige kleinere	—
5 » » 3 »	—
7 »	1 kleine Zelle
12 »	1 » »
5 »	—
7 »	
3 » aber blassere Zellen	1 kleinere Zelle
6 »	Keine Zellen
5 und ein paar kleinere	» »
5 »	» »
8 »	Eine Zelle
3 »	Keine Zellen
7 »	» »
6 » und einige kleinere	» »

Normale Seite		Atrophische Seite
6 dunkle		Keine Zellen
8 »		Eine Zelle
8 »		—
4 »		—
4 »		—
5 »		—
7 »		Eine bedeutend kleinere
10 »		—
6 »	und noch einige grössere aber blassere Zellen	—
6 »		—
2 »		—
5 »		2 kleinere Zellen
5 »	und ein paar kleine Zellen	—

Es sei nochmals betont, dass bei diesen Zählungen nur die dunklen, also diejenigen, die intensiv Carmin fixiren, in Betracht gezogen wurden. Diese Zellen, und namentlich die grösseren, sind an gut gefärbten Schnitten schon bei schwachen Vergrösserungen, wie z. B. bei Leitz Obj. 3, Oc. 1 oder Seibert Obj. 3, Oc. 0, recht hübsch zu sehen. Die grossen, aber nur schwach gefärbten Zellen sind ausser Beachtung gelassen, weil sonst die Zählung zu complicirt würde; es haben somit die angegebenen Zahlen nur einen relativen Werth und stehen dem wirklichen Sachverhalt nach. Ferner ist noch hinzuzusetzen, wie es übrigens schon bei den vorher beschriebenen Fällen hervorgehoben wurde, dass die ganz kleinen bläschenförmigen Zellen gar nicht berücksichtigt worden sind, weil ja diese Zellen von dem atrophischen Processe vollständig verschont bleiben. An den grösseren dunklen Zellen auf der verletzten Seite sind hier und da noch Spuren des atrophischen Processes wahrzunehmen. So sind sie überall bedeutend kleiner als auf der normalen Seite; die Form ist mehr eckig, an das Bild einer geschrumpften Zelle erinnernd; die Fortsätze sind viel weniger deutlich wahrzunehmen. Der Zellenleib hat eine hyalin-glänzende

Beschaffenheit und der Kern tritt ebenfalls weniger deutlich hervor. Nun ist noch hervorzuheben, dass die mittleren, aber ganz blass gefärbten Zellen ziemlich zahlreich auf der verletzten Seite vertreten sind. Man gewinnt den Eindruck, als wären dieselben hier und da sogar etwas zahlreicher und mächtiger entwickelt als auf der normalen Seite. Sie sind in der Regel von ziemlich weiten pericellulären Räumen umgeben, das Protoplasma ist zart granulirt, der ovale Kern gross und hübsch umgrenzt. Man könnte leicht annehmen, dass wegen des stattgefundenen Schwundes der grossen Zellen der **Clarke**'schen Säule mehrere von den übrigen, dem entsprechend, sich stärker entwickelt haben. Zum Schluss ist noch zu bemerken, dass die horizontalen Fasern, die von der **Clarke**'schen Säule nach aussen hin umbiegen, zweifelsohne an der verletzten Seite einen merkbaren Schwund erlitten haben.

Lassen wir jetzt in aller Kürze die Beschreibung der Befunde an den 2 Hunden folgen.

Experiment IV.

Hund. Die Operation am Rückenmarke ist in der Höhe des 5 Dorsalwirbels ausgeführt worden und ist ziemlich complicirt ausgefallen, indem ausser der Hauptverletzung, die die hintere Region des Rückenmarkes getroffen hat, noch eine viel kleinere, den vorderen Theil des Markes einnehmende Læsion sich entwickelt hat. Die Læsion erstreckt sich auf folgende Theile des Markes: Der linke Seitenstrang ist sehr bedeutend verletzt worden und namentlich an seiner hinteren und inneren Region, während peripherwärts ein Streifen des Stranges noch eine Strecke weit nach hinten von dem Ligamentum denticulatum erhalten ist. Der ganze linke Hinterstrang und der grösste Theil des rechten Hinterstranges sind ebenfalls durchtrennt. Die Verletzung der grauen Substanz umfasst links den ganzen hinteren Abschnitt, der nach hinten von einer die hintere Begrenzung des Centralcanals berührenden Queraxe fällt;

ausserdem noch den hintersten Theil der mittleren Region der grauen Substanz bis hart an die **Clarke**'sche Säule auf der rechten Seite. An der Stelle der genannten verletzten Theile des Markes hat sich eine grosse pathologische Höhle gebildet, die nach hinten zu von einem derben cicatriciellen Gewebe umgrenzt ist. Soweit was die Hauptverletzung betrifft.

Die Læsion im vorderen Abschnitte der linken Hälfte des Markes gestaltet sich ebenfalls in Form einer pathologischen Höhle, die auf die Spitze des Vorderhornes, auf den äusseren Theil des Vorderstranges und den vorderen des Seitenstranges sich erstreckt. Der Längsdurchmesser dieser kleinen Höhle ist viel geringer als derjenige der weiter oben beschriebenen Haupthöhle.

Nach der ausführlichen Beschreibung der secundären Degeneration bei den Katzen werden wir uns hier mit wenigen Worten begnügen können, zumal da das Degenerations-Bild in den Hauptzügen dasselbe ist.

Aufsteigend degenerirt finden wir in der Cervicalgegend die beiden **Goll**'schen Stränge und die linke Kleinhirn-Seitenstrangbahn, wie man es auch von vornherein erwarten könnte.

Die absteigende secundäre Degeneration ist im Seitenstrange, im Vorderstrange und in der linksseitigen **Clarke**'schen Säule nachzuweisen. Im Seitenstrange ist der Ausfall der Fasern (und die Atrophie) sehr bedeutend, hauptsächlich in seinem hinteren Abschnitt, wie es auch bei der Katze I der Fall war. Auch an der Peripherie des Stranges, also im Bereiche der Kleinhirn-Seitenstrangbahn ist augenscheinlich theils Verschmälerung, theils Atrophie der Fasern eingetreten, auch das in Übereinstimmung mit den Befunden bei der Katze I. Im Vorderstrange beschränkt sich die Atrophie hauptsächlich auf dessen äusseren Theil. Die atrophischen Theile, sowohl im Vorder- als im Seitenstrange, kennzeichnen sich nicht nur durch die Abflachung der Stränge, sondern auch durch die intensivere

Verfärbung und den Schwund von Fasern. Auch hier ist der Schwund der grossen Zellen der **Clarke**'schen Säule im höchsten Grade ausgesprochen, und zwar im Dorsaltheil.

Hervorzuheben ist, dass in diesem Marke auf der normalen Seite in der **Clarke**'schen Säule alle Zellen blass aussehen; dass also von einem Unterschied zwischen blassen und dunklen Zellen, wie es in den vorher beschriebenen Befunden der Fall war, nicht die Rede sein kann. Beiläufig sei bemerkt, dass dasselbe auch für die Zellen des Vorderhornes gilt; allerdings kommen hier und da intensiver gefärbte dunkle Zellen vor; untersucht man sie aber genau, so sieht man, dass es sich um geschrumpfte Zellen handelt, die von pericellulären Räumen umgeben sind. Im oberen Lumbaltheil (2.—3. Lumbalnerv) ist ebenfalls eine Atrophie der **Clarke**'schen Säule mit Schwund der Zellen wahrzunehmen; doch ist derselbe nicht so ausgesprochen wie in der Dorsalgegend, indem in mehreren Schnitten Zellen noch erhalten sind, doch gehören sie nie zu den grösseren. Auf der normalen Seite treten in diesem Niveau in der **Clarke**'schen Säule einige ganz vereinzelte dunkle Zellen hervor. Weiter nach unten sind keine Schnitte angefertigt worden.

Experiment V.

Hund. Das Thier war 3 Monate nach der Operation erhalten; dieselbe ist am 6. Dorsalwirbel links ausgeführt. Folgende Theile sind lädirt worden:

Weisse Substanz. Die Hinterstränge auf beiden Seiten. Der grösste Theil des linken Seitenstranges, von dem nur ein kleiner, der Vorderhornspitze anliegender Theil erhalten ist. Ein schmaler, an den Sulcus lateralis posterior angrenzender Streifen des rechten Seitenstranges scheint ebenfalls getroffen zu sein.

Die Læsion der **grauen Substanz** betrifft folgende Theile: Die Hinterhörner auf beiden Seiten: den hinteren Theil der centralen grauen Substanz, bis auf eine schmale, an den Centralcanal angrenzende Lamelle auf beiden Seiten; ausserdem links noch

die hintere Region des Vorderhornes, und zwar das Seitenhorn betreffend. Auch in diesem Falle hat sich eine umfangreiche pathologische Höhle an der Stelle der verletzten Theile ausgebildet.

Die aufsteigende secundäre Degeneration deckt sich mit der im vorigen Falle beschriebenen vollständig. Sie betrifft also die **Goll**'schen Stränge und die linke Kleinhirn-Seitenstrangbahn. Die Verbreitung der absteigenden Degeneration ist ebenfalls mit der im vorigen Falle beschriebenen nahezu identisch, jedoch mit dem Unterschiede, dass in dem letzten Falle die absteigende Degeneration des Vorderstranges nur kaum angedeutet ist, was ja mit der Ausdehnung der Verletzung im Einklange sich befindet. Was die absteigende Degeneration der **Clarke**'schen Säule betrifft, so ist sie ebenfalls eingetreten; nur haben wir dieselbe nicht so eingehend verfolgt wegen der geringen Zahl der angefertigten Präparate. Es schien uns übrigens überflüssig, dem klaren Sachverhalte in den berichteten 4 Experimenten gemäss, sich länger dabei aufzuhalten.

III. Kritische Besprechung der Befunde.

Schlussfolgerungen.

Versuchen wir jetzt die Ergebnisse der Beobachtungen zusammenzustellen und zu beleuchten. Beschäftigen wir uns zuerst mit den histologischen Veränderungen, die die sogenannte traumatische und secundäre Degeneration begleiten, um nachher zu der Topographie der secundären Entartung überzugehen. In letzter Instanz werden wir noch einige Punkte, die auf den Zusammenhang der Elemente im Rückenmarke sich beziehen, in sofern das Studium der secundären Degeneration in den geschilderten Beobachtungen es überhaupt ermöglicht, zu berühren haben.

A. Die traumatische Degeneration.

Wie bekannt, ist diese Degeneration zuerst von **Schiefferdecker** beschrieben worden; damit sind die degenerativen Veränderungen gemeint, die in unmittelbarer Nähe der Läsion an einer Strecke von ungefähr $^1/_2$ bis 1 Centimeter Länge nach experimenteller Verletzung des Markes auftreten. Während die secundäre Degeneration sich gesetzmässig nur in gewissen Strängen und in bestimmter Richtung verfolgen lässt, bezieht sich die traumatische Degeneration auf alle benachbarten Theile der Marksubstanz. Als charakteristische Merkmale dieser Degeneration erwähnt **Schiefferdecker:** *a)* Unregelmässige Lücken, die glänzende, durch Anilin nicht färbbare Schollen enthalten. *b)* Eine Infiltration von rothen Blutkörperchen in den ersten Tagen, die der Operation folgen. *c)* Höhlenbildung.

Singer hat die Ausdehnung der traumatischen Degeneration bis 1 und $1^1/_2$ Centimeter gesehen, übrigens hat diese Degeneration eine ausführliche histologische Beschreibung nicht gefunden.

Um jetzt zu unsern Fällen überzugehen, so haben wir folgende Veränderungen beobachtet: *a)* Starke Entwickelung der Blutgefässe mit besonders erweiterten perivasculären Räumen. Diese Alteration tritt wirklich sehr auffallend hervor; in diesen Räumen sind aber durchaus keine Körperchen zu entdecken (rothe Blutkörperchen oder lymphatische Zellen); die Gefässwandung ist allerdings verdickt. Von einer Infiltration von Blutkörperchen ist nichts zu sehen; es ist aber an den Umstand zu denken, dass in unseren Fällen die Thiere wenigstens 6 Wochen nach der Operation am Leben erhalten worden sind; auch ist keine anormale Pigmentirung vorhanden. *b)* Eine Reihe von lückenähnlichen

Räumen von verschiedener Grösse, die ziemlich variabel beschaffene Körper enthalten. Die einen von denselben sind schon ohne besondere Schwierigkeit als geschwollene Axencylinder zu erkennen; sie färben sich sehr intensiv durch Carmin, sind scharf umgrenzt und haben ein starres, glänzendes Aussehen; bald ist ihre Schwellung nur eine geringe, bald eine sehr auffallende; der umgebende Raum bald schmäler, bald weiter. Sie kommen in allen angeführten Fällen zur Ansicht, und es ist wirklich auffallend, dass die weiter oben citirten Autoren nichts davon erwähnen. Die anderen fraglichen Körper sind oft noch bedeutend grösser als die vorher erwähnten, färben sich nur sehr blass oder bleiben sogar ungefärbt, und sind bald ganz hyalin, bald mehr körnig beschaffen. Es ist kaum zu bezweifeln, dass diese Körperchen mit den hyalinen Schollen von **Schiefferdecker** und **Singer** identisch seien; leider haben diese Forscher eine ausführliche Beschreibung derselben nicht gegeben. Auch diese Körper sind als geschwollene, aber in ihrer Veränderung noch weiter fortgeschrittene Axencylinder zu beanspruchen, und man kann also zwischen einer mehr hyalinen und einer anderen mehr körnigen Varietät des Zerfalles des Axencylinders unterscheiden.

Nach diesen Befunden ist anzunehmen, dass die Färbbarkeit mit Carmin durch die degenerative Veränderung schliesslich verloren geht. Die umgebenden Räume sind zuweilen sehr gross und überhaupt scharf begrenzt. Die Begrenzung erscheint als ein intensiver gefärbter Ring, der aus verdicktem Gliagewebe gebildet ist. In einigen der lückenähnlichen Räume ist überhaupt kein Inhalt. Diese Bilder sind allerdings als Merkmale der sogenannten traumatischen Degeneration zu betrachten, weil sie eine grössere oder kleinere Strecke weit von

der Verletzung schwinden, und sind auf den stattgehabten traumatischen Reiz zurückzuführen. Es ist allgemein bekannt, dass die verschiedenen Fasersysteme, die das Mark zusammensetzen, an verschiedenen Stellen und Höhen ihre trophischen Centren haben; die einen nach aufwärts, die anderen nach abwärts, und so ist es auch leicht erklärlich, dass sowohl nach oben als nach unten von einer Verletzung eine Anzahl von Fasern von der eigentlichen secundären Degeneration nicht betroffen ist, aber wohl von der traumatischen. Die Zahl der fraglichen Bilder kann, je nach den Fällen, eine verschiedene sein und es lässt sich wohl annehmen, dass wenn der Reiz stärker ist, wie z. B. wenn Zerrung, Compression stattfindet, auch die sogenannte traumatische Degeneration stärker ausgesprochen ist. Endlich ist noch zu erwähnen, dass hier und da in den beschriebenen lückenähnlichen Räumen rundliche, körnig beschaffene Zellen (Körnchenzellen) anzutreffen sind, doch waren sie in den Schnitten nur selten mit Sicherheit zu erkennen (nach Conservierung in Balsam).

c) Höhlenbildung. Von den 5 angeführten Experimenten hat die Operation in drei Fällen zu Höhlenbildung geführt; bei den zwei Hunden sind die Höhlen besonders gross, bei der Katze III ist sie relativ nur ganz klein. Bei den Hunden erstreckt sie sich sowohl auf die weisse als auf die graue Substanz (das Hinterhorn, die graue Commissur). Trotz der grossen Ausdehnung der Höhle bleibt sie dennoch von dem Centralcanal durch eine, obwohl schmale Schicht von grauer Substanz geschieden, ist also unzweifelhaft von dem Centralcanal unabhängig; derselbe ist nur ein wenig erweitert, deformirt, communicirt aber nirgends mit der pathologischen Höhle. Bei der Katze finden wir

die Höhle an der Stelle, wo das Vorderhorn an das Hinterhorn anstösst, in den Halstheil des Hinterhornes hinein sich verlängernd; nach aussen grenzt sie an den degenerirten Seitenstrang, von dem allerdings ein Theil in die Höhle einbezogen worden ist; somit nimmt diese Höhle auch hier theils die graue, theils die weisse Substanz ein. Obwohl eine Verlängerung der Höhle in der Richtung nach dem Centralcanal sich ausgebildet hat, ist doch die Begrenzung des Centralcanals und das Epithel erhalten geblieben; nur eine Deformation ist wahrzunehmen. Die Höhle ist also auch in diesem Falle von dem Centralcanal unabhängig geblieben.

Was den Inhalt anbetrifft, so ist zu berichten, dass er in diesen Fällen hauptsächlich von einer verflüssigten Substanz, in der nur relativ wenige geformte Elemente anzutreffen sind, gebildet ist. Die flüssige Substanz gerinnt durch die Härtungs-Reagentien (Kaliumbichromat u. s. w.); färbt sich dann leicht rosa durch Carmin und erscheint als eine körnige Substanz, in der auch vacuolisirte Räume vorkommen, die auf die Coagulation und Retraction des Inhaltes zurückzuführen sind. Die geformten Elemente bilden gewöhnlich Agglomerate von dicht aneinandergereihten Zellen, die sich in Balsam sehr aufhellen. Die Zellen sind weiter oben bei der Beschreibung der Befunde schon geschildert worden. Andere geformte Elemente waren in diesen Fällen (6 Wochen bis 3 Monate alte Læsionen) nicht zu finden. Die Begrenzung der Höhle ist stellenweise schon ganz deutlich von einem verdickten Gliasaum gebildet, stellenweise aber, und namentlich ist es in dem 10 Wochen nach der Operation getödteten Thier der Fall, sind die Grenzen mehr oder weniger verwischt. An diesen Stellen lässt sich wahrnehmen, dass die Höhle in einem maschen-

artigen, zarten Gewebe sich entwickelt hat, das fragliche Gewebe ist als rareficirtes Gliagewebe aufzufassen. An diesen Stellen geht die Wandung ohne deutliche Grenze in den Inhalt über. Zahlreiche Gefässe befinden sich hier und da in dem umgebenden Gewebe, aber in einiger Entfernung von der Höhle.

Was nun die Ursache der Bildung dieser Höhlen und den Verlauf des Processes anbetrifft, so ist schon von vornherein klar, dass die beschriebenen Experimente eine definitive Antwort nicht erlauben können; nur eins lässt sich sagen, dass die Höhlenbildung als eine Complication der Læsionen nicht nothwendig eintreten muss und ferner, dass sie von einer eventuellen Erweiterung oder Veränderung des Centralcanals unabhängig ist. Es lässt sich vermuthen, dass die Höhlenbildung mit einer Erweichung des Nervengewebes, in Folge einer ausgedehnten Zerrung, Quetschung oder Circulationsstörung in causalem Verhältniss stehe. Um aber den Process eingehender studiren zu können, sollte man auch die Experimente in zweckmässigerer Weise anstellen, was aber aus dem Rahmen dieser Arbeit von vorneherein ausgeschlossen war.

Wenn wir jetzt einen Blick auf die so reiche Litteratur über die Höhlenbildung (Syringomyelie) im menschlichen Rückenmarke werfen, so kommt man zu dem Schluss, dass trotz den zahlreichen Beobachtungen doch wohl eine definitive Antwort noch aussteht. In einer Reihe von Fällen ist die Syringomyelie als die Folge einer gestörten Entwickelung zu betrachten; es handelt sich also um missbildete Stellen des Rückenmarkes, in denen im Laufe der Jahre die Gliawucherung noch zunimmt und stellenweise einer Auflösung und Verflüssigung verfällt, so dass Höhlen entstehen. [1])

[1]) Lehrbuch der path. Anat. von **C. Ziegler**, Band II, pag. 271.

Nach **Westphal** steht die Höhlenbildung im wesentlichen Zusammenhang mit der Bildung einer Geschwulst, deren centralen Theile einer Verflüssigung anheimfallen, während an der Oberfläche eine Verdickung eintritt. [1]) Eine Anzahl von Autoren hat sich dieser Anschauungsweise angeschlossen, so **Simon, Schulze, Reisinger, Fürstner** und **Zacher, Glaser, Kraus, Bäumler** u. A.

Dieser Anschauungsweise gegenüber steht aber eine andere, wonach die Syringomyelie von der Hydromyelie, doch mehr oder weniger abhängig ist, dass »die bei Erwachsenen gefundenen Syringomyelien Ueberbleibsel einer angeborenen Hydromyelie« seien. [2])

Nach **Langhans** ist die Syringomyelie in manchen Fällen auf Stauungshydrops zurückzuführen.[3]) (Vergleiche auch die Arbeit von **Miura.**)

Es leuchtet aber gleich ein, dass diese Erklärungen für die Höhlenbildung bei experimenteller Verletzung des Markes, wie es in unseren Fällen beobachtet wurde, nicht zutreffend sind. Als Missbildungen oder als mit einer Missbildung in Zusammenhang stehende Erkrankungen, können diese Höhlen gewiss nicht angesehen werden, ebenso wenig noch als Folge einer Geschwulstbildung, oder einer hydropischen Veränderung des Centralcanals aus dem weiter oben auseinandergesetzten Grunde. Es müssen also bei experimenteller Höhlenbildung mit unverletzt gebliebenem Centralcanal noch andere Momente hinzutreten, um die fragliche Veränderung erklären zu können.

Anmerkung. Obwohl die Beobachtungen von **Langhans** auf die Pathologie des menschlichen Rückenmarkes sich beziehen, so ist nichtsdestoweniger die Schlussfolgerung desselben auch für die

[1]) Archiv für Psych. Band 5, pag. 98—99, citirt nach **Miura,** ibid. Bd. 117, p. 435.
[2]) **Leyden,** Virchow's Archiv, Band 68.
[3]) **Virchow**'s Arch. Band 85.

experimentellen Fälle von Höhlenbildung von Interesse. In der That lässt sich wohl denken, dass in den Fällen, wo das Narbengewebe eine relativ lange Strecke weit der hinteren Rückenmarksfläche und namentlich auch in der Gegend des Sulcus lateralis posterior anhaftet, locale Circulationsstörungen entstehen können und dass der Abfluss des venösen Blutes gehindert sein kann; dadurch könnte vielleicht die Bildung von Spalten, Lücken oder kleineren Höhlen durch eine Art von Transsudation des Serums und nachherige Auseinanderdrängung der nervösen Elemente erklärt werden. Als Befunde, die diese Anschauungsweise verstärken, könnte man in unseren Experimenten folgendes anführen: *a)* Die Existenz von besonders erweiterten adventitiellen Lymphscheiden um die Gefässe herum, wie es in der Beschreibung der Befunde ausdrücklich betont wurde. *b)* Der Umstand, dass die fraglichen Lücken hauptsächlich Flüssigkeit und nur sehr wenige zellige Elemente enthalten. Ob diese Anschauungsweise einer experimentellen Prüfung unterworfen war, ist uns unbekannt.

Herr Prof. **Langhans**, mein hochgeehrter Lehrer, dem ich dafür meinen besten Dank sage, hatte die Güte mich darauf aufmerksam zu machen, dass auch von **Eichhorst** und **Naunyn** Beobachtungen über Höhlenbildung im Rückenmark nach Durchschneidung desselben vorliegen und zwar findet sich die Höhle oberhalb der Verletzung an der Stelle der Fissura longitudinalis posterior; sie führen sie darauf zurück, dass hier der Liquor Cerebro-spinalis normalerweise von oben nach unten strömt und durch die Verletzung sein Strom unterbrochen würde.[1])

B. Die secundäre Degeneration.

Wie bekannt, unterscheidet sich der Verlauf des degenerativen Processes bei neugeborenen und sehr jungen Thieren in mancher Hinsicht von demjenigen bei erwachsenen Thieren.

In erster Linie spielt sich der Process bei jungen Thieren viel rascher ab, so dass schon sehr schnell Schrumpfungen, Atrophien, Verschiebungen entstehen. Besonders ist dem Rechnung zu tragen, wenn das degenerirte Bündel nur von einer geringen Zahl oder von zerstreut angeordneten Fasern gebildet ist, weil es alsdann sehr schwierig wird, das atrophische Bündel herauszufinden, namentlich wenn die Thiere nach der Operation noch längere Zeit gelebt haben. So ist es z. B.

[1]) Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie. Bd. II, pag. 225.

der Fall für die Fasern des Pyramidenstranges in der unteren Hälfte des Dorsal-, in der oberen Hälfte des Lumbaltheils und in der That geben auch die Untersuchungen an neugeborenen Thieren (**v. Gudden, Mayser, v. Monakow** u. A.) für die fraglichen Gegenden keinen Aufschluss. Dasselbe gilt ebenfalls für die mehr zerstreut stehenden degenerirenden Fasern im Hinterstrang, im Seitenstrang und im Vorderstrang. Besonders sind noch die Bahnen zu erwähnen, die ganz oberflächlich liegen, wie z. B. die Kleinhirn-Seitenstrangbahn; denn hier kann wegen der starken Retraction und Atrophie des Bündels, die zurückbleibende schmale, obwohl intensiv sich färbende Schicht der Beobachtung sich entziehen, zumal wenn die Schnitte etwas dicker sind, oder die Färbung vielleicht etwas diffus ist. Wiederholt haben die Autoren, die sich mit der secundären Degeneration bei jungen Thieren beschäftigt haben, von einer Art von Compensation gesprochen, dass andere Elemente die Stelle der schwindenden Fasern einnehmen. Diese Compensation kann sich bis zu einem gewissen Grade verwirklichen; so sehen wir in unseren Präparaten, dass hier dreierlei Faktoren in's Spiel kommen können: Wucherung der Glia, leichte Verbreiterung der angrenzenden Nervenfasern — es ist das eine Thatsache, der bis jetzt vielleicht nicht genügend Aufmerksamkeit gewidmet worden ist — Erweiterung der perivasculären Gefässscheiden, wie wir es ganz deutlich in der atrophirten Kleinhirn-Seitenstrangbahn für die Gefässe, die von der Pia in das Mark eindringen, beobachtet haben.

Eine andere charakteristische Erscheinung bei jungen Thieren besteht darin, dass der atrophische Process nicht ausschliesslich den für die Erwachsenen festgestellten Richtungen folgt; so z. B. ist ein mehr oder weniger

hoher Grad von Atrophie in absteigender Richtung im Hinterstrange und in der peripherischen Schicht des Seitenstranges, in aufsteigender Richtung im Vorderseitenstrange zu beobachten. Nun haben die neueren Untersuchungen die Existenz von absteigend degenerirenden Fasern im Hinterstrang und von aufsteigend degenerirenden Fasern im Vorderseitenstrange erwiesen, so dass die erwähnten beim jungen Thier so auffallenden Atrophien der weissen Stränge doch wohl zum Theil eine genügende Erklärung finden. Weil wir aber weiter unten auf diesen Punkt noch zurück zu kommen haben werden, so werden wir uns jetzt nicht länger dabei aufhalten. Ganz deutlich tritt der angedeutete Einfluss des Alters in dem Vergleich der Katze I mit der Katze III hervor. So ist bei der ersten die absteigende Atrophie der Kleinhirn-Seitenstrangbahn recht gut ausgesprochen, wenigstens eine mehr oder weniger lange Strecke weit, während bei der Katze III sie nur spurenweise angedeutet ist. Die Differenz kann nur auf dem Alter der Thiere beruhen, denn die Verletzung des Seitenstranges war in den beiden Fällen nahezu die gleiche; auch war die letzt erwähnte Katze viel länger am Leben erhalten ($2^1/_2$ Monate), die erste — 6 Wochen.

Ein fernerer wichtiger Unterschied zwischen den neugeborenen und den erwachsenen Thieren bezieht sich auf die eintretenden secundären Atrophien der grauen Substanz, wie z. B. Atrophie der Hinterstrangskerne nach Durchschneidung der Hinterstränge, der Zellen der **Clarke**'schen Säule nach Verletzung des Seitenstranges, der Zellen des Seitenhornes nach Ausreissung der hinteren Wurzeln (**Mayser**) und die Atrophie von einer Reihe von Kernen nach Durchschneidung der Hirnnerven (**v. Gudden**, **Forel** u. A.). Doch wird wohl dieser Unterschied kein

absoluter sein, denn bei den Erwachsenen tritt ebenfalls eine obwohl viel schwächer ausgesprochene und viel langsamer ablaufende Atrophie der grauen Substanz ein. Während aber bei den Erwachsenen eine längere Zeit nothwendig ist, um einen mehr oder weniger ausgesprochenen Einfluss wahrnehmen zu können, genügen schon wenige Wochen bei den neugeborenen oder nur wenige Tage alten Thieren; auch ist der Zellenschwund in diesen Fällen ein ausserordentlich ausgesprochener. Obwohl die Thatsache als ganz feststehend zu betrachten ist, so fehlt dennoch eine hinreichende Erklärung derselben. So viel, was den Verlauf des degenerativen Processes bei den neugeborenen Thieren betrifft.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung **der topographischen Verbreitung der secundären Degeneration** über.

A. Im **Hinterstrang.** Von den 5 operirten Thieren ist er nur bei drei verletzt worden (bei der Katze I und bei zwei Hunden) und zwar nahezu in derselben Höhe der Dorsalgegend, bei der Katze I und einem der Hunde am sechsten Dorsalnerven; bei dem anderen Hunde am fünften Dorsalnerven, so dass das Bild der Degeneration in allen diesen Fällen natürlich dasselbe ist. Nur ist bei der Katze der Hinterstrang an einer Seite, bei den Hunden beiderseits durchtrennt worden. In den anderen zwei Experimenten, wo die Operation in der Cervicalgegend ausgeführt wurde, ist der Hinterstrang nur kaum berührt worden. Der Befund entspricht vollständig den bisher bekannten Thatsachen. Rasch sieht man oberhalb der Læsion den äusseren Theil des **Burdach'schen** Stranges wieder normale Structur annehmen und die Degeneration sich auf den inneren hinteren Theil des Hinterstranges beschränken. Bemerkenswerth ist es, mit welcher ausserordentlichen Schärfe der degenerirte Theil des Stranges

von dem nicht degenerirten sich abhebt, zum Beispiel bildet derselbe zwischen dem dritten und vierten Dorsalnerven ein ganz scharf begrenztes, vollständig entartetes, dreieckiges Feld, während beim erwachsenen Thier neben diesem Felde noch viele zerstreut stehende degenerirte Fasern im äusseren und vorderen Theil des Stranges nachzuweisen sind. Bei dem jungen Thier sind letztere in Folge der starken Schrumpfung nicht mehr zu erkennen. Darauf beruht die oben erwähnte Unsicherheit dieser Untersuchungsmethode bei neugeborenen Thieren. Noch in viel drastischer Weise lässt sich diese Schlussfolgerung bei der Katze I bestätigen. Hier sei nur bemerkt, dass bei der oberflächlichen Betrachtung die Atrophie des **Goll**'schen Stranges gänzlich übersehen werden könnte, worüber bei der Beschreibung der Befunde Näheres nachzulesen ist. Hier tritt der klassische Befund im **Gudden**'schen Sinne, also Schwund bis auf ein sehr geringes Residuum, klar zu Tage. Zu betonen ist der Unterschied, der in Bezug auf die Hinterstrang-Degeneration zwischen dieser Katze und den Hunden existirt, denn bei den letzteren lässt sich der dreieckige degenerirte Herd recht hübsch durch das Cervicalmark verfolgen, der **Schwund** des atrophirten Theiles ist also hier in viel schwächerem Maasse eingetreten. Dies wird wohl seinen Grund in den Altersverschiedenheiten haben.

Hier ist die eingetretene Atrophie des Kernes des **Goll**'schen Stranges zu erwähnen. Die Atrophie ist im Sinne der Massenabnahme zu hochgradig, um in dem Faserschwund eine genügende Erklärung zu finden. Dass es sich nicht um einen Zufall handelt, ergibt sich aus der Vergleichung mit den zwei anderen Katzen, wo der **Goll**'sche Strang sammt dem Kern auf beiden Seiten recht wohl erhalten ist. Wenn wir die fragliche Atrophie be-

sonders betonen, so geschieht es deswegen, weil in der Litteratur die Frage aufgeworfen worden ist, ob sensible Kerne überhaupt atrophiren können [1]).

Was nun die absteigende Hinterstrang-Degeneration betrifft, so ist bemerkenswerth, wie weit nach unten sie sich noch verfolgen lässt, so bei der Katze I bis zum dritten Lumbalnerven hinab. Dabei ist es aber unmöglich, einen lokalisirten Herd zu erkennen, die secundäre Degeneration ist nur aus der Volumsabnahme ersichtlich; hier lässt uns also wieder das Studium der secundären Atrophie am neugeborenen im Stich. Ist die fragliche Atrophie als die Folge einer wahren absteigenden Degeneration von Fasern zu denken, oder ist sie als eine beim neugeborenen Thier durch die Operation hervorgerufene Hemmung der Entwicklung aufzufassen? Dies lässt sich nur durch das Experiment am erwachsenen Thier entscheiden.

Es war schon von den älteren Neurologen angegeben, dass eine Anzahl Hinterstrangsfasern sich nach unten umbiegen, um in absteigender Richtung zn verlaufen (**Clarke, Stilling** u. A.; vergleiche auch das Lehrbuch der Neurologie von **Schwalbe**). Nach **Clarke** verlaufen diese Fasern im Hinterhorn. Doch ist die Existenz von im Hinterstrange verlaufenden absteigenden Fasern erst in der neueren Zeit ganz ohne Zweifel nachgewiesen worden und zwar durch zwei verschiedene Untersuchungsmethoden: durch die Silbernitrat-Impregnationsmethode von **Golgi** und die Untersuchung der secundären Degeneration. Durch die ersterwähnte Untersuchungsmethode ist erwiesen worden, dass die hinteren Wurzelfasern nach dem Eintritte in den Hinterstrang sich in zwei Aeste theilen, von denen der eine in aufsteigender, der

[1]) Aug. **Forel.** Einige hirn-anatomische Betrachtungen in: Archiv für Psychiatrie.

andere in absteigender Richtung verläuft (**Kölliker, Ramon y Cajal**). Anderseits lassen sich die absteigend degenerirenden Fasern beim Hunde, beim Kaninchen, beim Meerschweinchen nachweisen. Doch scheinen diese Fasern von relativ kurzem, nur auf wenige Wirbelhöhen sich erstreckendem Verlaufe zu sein. So kann man sie z. B. beim Kaninchen nach Durchschneidung des elften Dorsalnerven bis etwa zum ersten oder zweiten Lumbalnerven verfolgen. Die fraglichen Fasern bilden kein compactes, sondern vielmehr ein zerstreutes Bündel, nach dem Degenerationsbilde zu urtheilen. Es lässt sich also die aufgeworfene Frage in folgender Weise beantworten.

Die wahrgenommene absteigende Atrophie des Hinterstranges ist allerdings theilweise auf eine wirkliche Degeneration von absteigend verlaufenden Fasern zurückzuführen; doch ist dadurch der andere oben erwähnte Factor, d. h. einfache Entwicklungshemmung, durchaus nicht ausgeschlossen.

Für die beobachtete eigenthümliche **Veränderung der Configuration des Hinterhornes** lässt sich zur Zeit eine genügende Erklärung nicht geben, nur eins lässt sich behaupten: es ist keine zufällige Erscheinung, weil wir sie regelmässig aufgefunden haben und weil sie bis tief nach unten zu verfolgen war; folglich muss sie secundärer Natur sein und in irgend welchem Verhältnisse zu der ausgeführten Operation stehen.

Bemerken wir noch bei dieser Gelegenheit, dass das Vorderhorn an der gekreuzten Seite etwas schmäler und mehr in die Länge ausgezogen ist, als auf der gleichnamigen Seite. Diese Veränderung ist sowohl unterhalb als oberhalb der Verletzung wahrzunehmen, doch unterhalb vielleicht mehr ausgesprochen.

B. Im **Seitenstrang.** Derselbe ist in allen 5 Fällen verletzt worden, aber durchaus nicht im gleichen Maasse.

Die Verletzung bei der Katze II ist dadurch von besonderem Interesse, dass sie nur den mittleren Theil der hinteren Hälfte des Seitenstranges auf der Höhe des zweiten Cervicalnervens betrifft. Der vorderste Theil des Seitenstranges ist sogar in den Fällen, wo die Läsion am grössten ist, unverletzt geblieben. **Oberhalb** der Verletzung stimmt die Vertheilung der aufsteigenden secundären Degeneration mit den bekannten Angaben überein, wobei folgendes hervorzuheben ist: Nur die Degeneration des compacteren Theiles der Kleinhirn-Seitenstrangbahn lässt sich verfolgen; für die mehr zerstreut liegenden Fasern, die namentlich an ihrem ventralen Theil liegen, ist dies nicht mehr der Fall, was in dem Umstand, dass die Operation am sehr jungen Thier ausgeführt war, seinen Grund hat. Ausserdem ist noch der Seitenstrang (in aufsteigender Richtung) ansehnlich atrophirt, und zwar ist die Atrophie bei der im mittleren Dorsaltheil operirten Katze noch bis in das obere Dorsalmark zu verfolgen; ein Beweis, dass noch andere und kürzere Fasersysteme (im Gegensatz zu der Kleinhirn-Seitenstrangbahn) zur Atrophie gebracht sind. Ferner ist noch eine ziemlich gut angedeutete aufsteigende Atrophie der Pyramidenbahn, wenigstens in der Dorsalgegend, zu bemerken; an dieser Stelle ist die Carminfärbung bedeutend intensiver als auf der normalen Seite. Diese beim erwachsenen Thier fehlende Atrophie ist wohl nicht auf eine eigentliche Entartung, sondern auf eine Entwicklungshemmung zurückzuführen.

Was die absteigend degenerirenden Fasersysteme anbetrifft, so ist zuerst die Pyramidenbahn zu nennen; hier lässt sich zu den bekannten Angaben nichts Neues hinzufügen. Nun sind aber ausser dieser Bahn noch viele Fasern durch die Degeneration betroffen, wie aus der Vergleichung des atrophischen und des normalen Stranges

deutlich hervorgeht, namentlich ist ein Ausfall von dickeren Fasern zu erwähnen. Je tiefer man in dem Marke hinuntersteigt, desto weniger ausgesprochen wird dieser Befund, doch ist er noch in der oberen Lumbalgegend zu bestätigen, wo der Ausfall der Fasern hauptsächlich oder sogar ausschliesslich auf den hinteren, äusseren Theil des Seitenstranges angewiesen ist. Diese Fasersysteme des Seitenstranges gehören der Pyramidenbahn nicht an: das kann erwiesen werden durch die Untersuchung von Präparaten, die einerseits den Thieren mit ausgedehnten Hirnverletzungen, andererseits den Thieren mit durchschnittenem Seitenstrang entnommen sind. In dem letzten Falle ist der Herd der absteigenden secundären Degeneration im Seitenstrange viel ausgedehnter als im ersten Falle und betrifft nämlich Fasern von mittlerer Dicke. Die einen sind von viel kürzerem, die anderen von viel längerem Verlaufe; hauptsächlich sind sie nach vorn (ventralwärts) und nach aussen von den eigentlichen Pyramidenbahnen gelegen, durchsetzen sogar theilweise dieselben. Die so hoch ausgeprägte absteigende Seitenstrang-Degeneration, die in unseren Fällen notirt war, findet also in der Atrophie dieser Fasersysteme grösstentheils ihre Erklärung. Im Bereiche des zweiten und dritten Lumbalnervens treten sie hart bis an die äussere Grenze des Stranges etwas nach vorne von der Spitze des Hinterhornes heran. Erwähnen wir noch zuletzt die absteigende Atrophie der Kleinhirn-Seitenstrangbahn, die aber in nicht gleichem Maasse bei den verschiedenen Thieren hervortritt, wie es schon weiter oben beschrieben und erörtert wurde.

C. **Secundäre Degeneration der Clarke'schen Säule.** Stellen wir zuerst die Beobachtungen in Betreff der feineren Anatomie der **Clarke**'schen Säule zusammen.

Sowohl bei der Katze als beim Hund ist sie besonders in der oberen Lumbalgegend entwickelt und namentlich zwischen dem ersten und vierten Lumbalnerven; sowohl die Querschnittsfläche als die Zahl der Zellen ist hier bedeutend grösser als in der Dorsalgegend. Es scheint in dieser Hinsicht ein Unterschied zwischen den Thieren und dem Menschen zu bestehen, wie auch in einer unlängst erschienenen englischen Arbeit, die mit zahlreichen Zählungsangaben ausgestattet ist, nachgewiesen wird [1]). In der unteren und mittleren Dorsalgegend ist die Säule ebenfalls gut umgrenzt. Die Abgrenzung der Säule tritt überhaupt besser an den Präparaten hervor, die mit der **Weigert**'schen Hämatoxylinfärbung, als an denjenigen, die mit Pikrocarmin behandelt sind. In der oberen Dorsalgegend hebt sie sich viel weniger deutlich ab. In der Dorsalgegend ist der Querschnitt etwa oval oder ellipsoid, während im Bereiche des dritten Lumbalnervens derselbe etwa dreieckig abgerundet ist. Während in der mittleren Dorsalgegend die Säulen nach hinten vom Centralcanal zu liegen kommen und ganz nahe an einander stossen, weichen sie in der Lumbalgegend von einander ab, entfernen sich von dem Centralcanal und sind mehr nach aussen und hinten verschoben (zwischen dem dritten und vierten Lumbalnerven). Ferner hat sich herausgestellt, dass die Zellen der **Clarke**'schen Säule, sowohl in Bezug auf die Grösse wie in der Art und Weise, wie sie gegen Färbungsmittel reagiren, verschiedenartig beschaffen sind. Es ist zwischen ganz kleinen und rundlichen, wie sie etwa in der Substantia gelatinosa des Hinterhornes vertreten sind, und zwischen viel grösseren, den Zellen des Vorderhornes wenig nachstehenden Zellen, zu unterscheiden. Zwischen denselben kommen Zellen vor, deren Protoplasma sich bald inten-

[1]) **Mott.** Journal of Anatomy and Physiology. Vol. 22.

siver, bald nur sehr wenig durch Pikrocarmin färbt. Merkwürdig ist es dabei, dass das Zahlenverhältniss zwischen den beiden Varietäten ein wechselndes ist, wovon Näheres in den Beobachtungen nachzulesen ist. Obwohl die Härtungsmittel unzweifelhaft von Einfluss sein können, indem die etwas geschrumpften Zellen sich immer stärker färben, so müssen nichtsdestoweniger die fraglichen Differenzen in vielen Fällen auf eine mikrochemische Verschiedenheit der Zellbeschaffenheit zurückzuführen sein, wie es durch die Arbeiten von M. **Flesch** [1]) in verschiedenen Abteilungen des Centralnervensystems erwiesen worden ist. In ganz hypothetischer Weise möchten wir den Einfluss des Alters der Zellen hervorheben; die stärker gefärbten würden vielleicht auch die älteren sein, während die jüngeren, oder die in einem mehr embryonalen Stadium verharrenden sich blasser färben würden; doch, wie gesagt, ist es nur eine Hypothese, die aber vielleicht eine nähere Prüfung verdient.

Was nun die experimentellen Befunde betrifft, so hat sich herausgestellt, dass die grösseren Zellen der **Clarke**'schen Säule durch Verletzungen des Seitenstranges bei ganz jungen Thieren zu vollständiger secundärer Atrophie gebracht werden können. Wir sagen secundärer, weil diese Atrophie durch Läsionen, die am oberen Cervicalmark ausgeführt sind, in sehr prägnanter Weise hervorgerufen werden kann. Es ist das als eines der schönsten Beispiele der secundären Atrophie der grauen Substanz überhaupt anzuführen. Sie kommt in absteigender Richtung zu Stande. Es liegt über diese auf experimentellem Wege dargestellte Atrophie bis jetzt nur eine Mittheilung von Lœwenthal [2]) vor. Nach der

[1]) **Flesch**, Bemerkungen über die Structur der Ganglienzellen in Neurolog. Centralbl. 1886, u. die Dissert. von **Koneff** ‚Beiträge zur Kenntniss der Nervenzellen in den periph. Ganglien, Bern.

[2]) Contribution à l'étude des atrophies second. etc. in: **Rec. Zoolog. Suisse.** Tome IV, 1886.

Verletzung des oberen Cervicalmarkes (Katze II und III) ist die Atrophie der Zellen der **Clarke**'schen Säule in der Dorsalgegend nur eine partielle, hier und da sogar wenig hervortretende, während sie in der Lumbalgegend sehr gut ausgesprochen ist. Nach Verletzungen des mittleren Dorsalmarkes (Katze I) ist sie auch in dieser Gegend sehr ausgesprochen. Man ist also zum Schlusse berechtigt, dass aus der Cervicalgegend besonders lange Fasern bis in das Lumbalmark herabsteigen und mit den Zellen der **Clarke**'schen Säule in Zusammenhang treten. Fragen wir nun, zu welchen Systemen diese Fasern gehören, so müssen wir sie in den Seitenstrang verlegen, denn nur die Verletzung desselben ist in Bezug auf die fragliche Atrophie wirksam, während die Verletzungen des Hinterstranges oder des Vorderstranges ohne Wirkung bleibt.

Welche Fasern in dem Seitenstrang könnten nun in Betracht gezogen werden, um die fragliche Atrophie zu erklären? In dieser Hinsicht ist das Experiment an der Katze II entscheidend, denn hier ist die Läsion glücklicherweise sehr localisirt ausgefallen und die Kleinhirn-Seitenstrangbahn nur an einer sehr kleinen Stelle getroffen worden. Auch wurde in diesem Falle von einer absteigenden Degeneration der genannten Bahn so gut wie nichts gesehen, während im Gegentheil mehr nach innen zu ein sehr deutlicher **Degenerationsherd** existirt und bis in die Lumbalgegend zu verfolgen ist. Die Pyramidenbahn kommt nicht in Betracht, weil nach Verletzungen des Gyrus sigmoïdeus bei jungen Thieren die Atrophie der **Clarke**'schen Säule nicht eintritt. Folglich bleibt nur noch das absteigend degenerirende System von dickeren Seitenstrangsfasern, das ventralwärts und nach aussen von der Pyramidenbahn zu liegen kommt, übrig, und so kommen wir denn zu dem Schluss, dass

die Atrophie der Zellen der **Clarke**'schen Säule durch die absteigende Degeneration dieser Fasern bedingt sei.

Zum Schluss möchte ich noch meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof Dr. N. Lœwenthal in Lausanne, für die Ausführung der Operationen, für seine Leitung und seinen Beistand, sowie auch für die Mittheilung der Litteratur meinen herzlichen Dank aussprechen.

Schlüsse.

1. Nach Durchtrennung des Hinterstranges in der mittleren Dorsalgegend beim neugeborenen Thier ist in der oberen Cervicalgegend nur die Atrophie des **Goll**'schen Stranges und des Kernes zu erkennen; folglich steigen in dieser Höhe keine Fasern von unten hinauf zum **Burdach**-schen Kern.

2. Sensible graue Kerne können ebenfalls secundär atrophiren.

3. In dem Falle der Durchtrennung des Hinterstranges in der mittleren Dorsalgegend kann die absteigende Atrophie dieses Stranges bis in den oberen Theil der Lumbalgegend verfolgt werden.

4. Nach den Verletzungen des hinteren Abschnittes des Rückenmarkes beim neugeborenen Thier bildet sich in absteigender Richtung, auf der verletzten Seite, eine eigenthümliche Deformation des Hinterhornes, für welche aber bis jetzt keine genügende Erklärung zu geben ist.

5. Die grossen Zellen der **Clarke**'schen Säule können nach Durchtrennung des Seitenstranges beim neugeborenen Thier zur vollständigen Atrophie gebracht werden. Diese in absteigender Richtung eintretende Atrophie ist an die Atrophie von dickeren Fasern, die in der hinteren Hälfte des Seitenstranges liegen, gebunden.

6. Die Merkmale der sogenannten traumatischen Degeneration sind beim ganz jungen Thier dieselben wie beim ausgewachsenen. Die Höhlenbildung ist als eine ziemlich häufige Complication aufzufassen. In mehreren Fällen ist die pathologische Höhle gewiss von dem Centralcanal unabhängig.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1: Schnitt im Bereiche der Läsion. Katze. Experiment I.

Fig. 2: Schnitt an der Höhe des unteren Theiles der Pyramidenkreuzung. Dasselbe Thier. **Gl.** *St.* + **K.** *atr.* = *Atrophischer Goll'scher Strang und Kern.* **B.** *K.* = *Burdach'scher Kern.*

Fig. 3: Schnitt im Bereiche der Läsion. Katze: Experiment II.

Fig. 4: Schnitt zwischen dem dritten und vierten Lumbalnerven. Dasselbe Thier. **Clk. S.** = **Clarke***'sche Säule auf der normalen und der atrophischen Seite.* **G.** = *Gefässe.*